



Green Chemistry

إعداد: أ. د./ عـــماد صـــبرى شـــاكر

الأستاذ بقسم الكيمياء – كلية الزراعة – جامعة المنيا

محتويات الكتاب

نبذة عن المؤلف

أ.د. عماد صبرى شاكر



بكالوريوس الكيمياء الزراعية – جامعة عين شمس ١٩٨٣

ماجستير الكيمياء الزراعية – جامعة المنيا ١٩٨٩

دكتوراة الكيمياء الزراعية – جامعة المنيا
بالأشتراك مع جامعة دافيز - كاليفورنيا بأمريكا ١٩٩٦

درجة الأستاذية فى قسم الكيمياء كلية الزراعة جامعة المنيا
فى تخصص المنتجات الطبيعية ومضادات الأكسدة ٢٠٠٧

عضو الجمعية الكيميائية الأمريكية *American Chemical Society*

عضو جمعية الكيمياء الزراعية وحماية البيئة – جامعة عين شمس

مقدمة

يعتبر دراسة التلوث البيئى ذو أهمية كبيرة نتيجة التقدم الصناعى والزراعى وزيادة السكان فى العالم، حيث ادخل فى الكون الكثير من المواد الكيميائية والمبيدات والنفايات وعوادم السيارات مما كان له آثار سلبية على البيئة وتوازنها. وقد حظى موضوع البيئة والتلوث باهتمام الباحثين والرأى العام المحلى والعالمى وكثرت الدراسات التى تناولت قضايا البيئة ومشاكلها خاصة بعد أن بدأت الموارد الطبيعية فى النضوب والأستنزاف. وحيث تلوثت التربة والماء والهواء بدرجة كبيرة مما أدى إلى تدهور الأراضى وفساد مكونات البيئة وزيادة الأمراض مما أدى إلى انقراض العديد من أنواع الحيوانات والطيور والنباتات فى البيئة المعاصرة.

وإن كانت الدول الصناعية المتقدمة تعى أبعاد التلوث وأخطاره وبدأت تعمل على التقليل منه، فالدول النامية تعانى من آثاره المتزايدة. ومن أهم مظاهر التلوث البيئى – كما أشار المؤلف فى الكتاب – موت الأسماك والكائنات البحرية وظاهرة الأحتباس الحرارى وثقب الأوزون والتلوث بالمعادن الثقيلة والمخلفات السائلة والصلبة والتصحر والكوارث الطبيعية والتفجيرات النووية وكذلك التلوث السمعى والبصرى.

وقد ظهر حديثاً علم الكيمياء الخضراء وهو ما تناوله المؤلف فى كتابه حيث يعتبر من العلوم الحديثة التى يجب أن تهتم بها المجتمعات المحلية والعالمية. وهذا العلم يهتم بصحة الأنسان والبيئة النظيفة والغذاء الآمن. وقد تناول المؤلف الأستاذ الجامعى فى أبواب الكتاب تعريف علم الكيمياء الخضراء وتأثير البقايا والمخلفات على البيئة وأضافة المبيدات الى التربة الزراعية. قدم المؤلف الحلول كما يقدمها علم الكيمياء الخضراء لحل المشاكل البيئية. وأفرد المؤلف باباً للبيئة والتنوع البيولوجى وأيضاً التطبيقات الصناعية لهذا العلم والتكنولوجيا الحيوية فى مقاومتها للتلوث. وفى هذا الكتاب تعرض المؤلف لمصادر الطاقة وحماية البيئة مع الأهتمام بسعيه الدؤوب نحو المفهوم الأخضر.

لقد بذل المؤلف فى كتابه مجهوداً كبيراً لتوضيح دور الكيمياء الخضراء وتناول موضوعات كثيرة وأستعان بالمراجع العلمية الحديثة التى يسرت له التبحر والتعمق فى هذا العلم الوليد وربط مواضيع كتابه ببعضها. فقد ذكر المؤلف فى كتابه عدد من المراجع ومواقع شبكة الأنترنت لكى

يمكن للقارئ أن يرجع اليها عند الحاجة. وويعتبر هذا الكتاب لا غنى للقارئ أو الدارس أو العالم عنه حيث يمكن له الأستفادة من هذا العلم الحديث. حيث يعتبر هذا العلم أضافة جديدة إلى علوم الكيمياء الحديثة التى يمكن تدريسها فى الجامعات والمعاهد العليا علاوة على أنها تفيد القارئ العادى. وفقنا الله جميعاً لخدمة وطننا العزيز مصر.

أ.د. فاروق جندى معوض
أستاذ ورئيس قسم الكيمياء الحيوية الأسبق
كلية الزراعة – جامعة عين شمس

مقدمة المؤلف

أنتشر الكثير من العلوم البيئية الحديثة فى أواخر القرن العشرين، ومازال منها الكثير الذى لم يأخذ حقه فى الإنتشار خاصة فيما يتعلق بالعلوم التى تهتم بالكيمياء وعلاقتها بالبيئة. وأحد أهم وأحدث هذه العلوم هو علم الكيمياء الخضراء الذى يعنى فى أفضل وأوضح صوره - كما يصفه الكثير من العلماء- بإنه ذلك العلم الذى يهتم بصحة الإنسان والبيئة النظيفة والغذاء الآمن فى ذات الوقت. ولعل هذا العلم فى مفهومه الحالى على درجة كبيرة من الرقى والتحضر لمعنى الحياة كما أراد الخالق عز وجل أن نعيشها. هذا المعنى فى صورة أخرى هو الذى يميز الدول المتقدمة عن الدول النامية والدول التى تسعى للرقى والحضارة بالأهتمام بالبيئة عن الدول التى لا تراعى فى حياتها شئون البيئة أو تلك التى تصدر المشاكل البيئية لغيرها.

وسنهتم فى فصول هذا الكتاب بدراسة المعوقات البيئية أو أسباب التلوث التى تؤثر بالسلب على صحة وحياة الأنسان بل وعلى كل بيئته المحيطة وعلى غذائه. وكما ورد فى القرآن الكريم "ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدى الناس ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون" (سورة الروم : الآية ٤١).

ولعل أسباب التلوث هى نفسها أسباب أهتمام الدول المتقدمة على الأخص ومنذ زمن بعيد بدراسة هذا العلم، وتخصيص الميزانيات لتلافى كل ما من شأنه تلويث الكرة الأرضية. وكما سنورد أيضاً إهتمام بعض الدول فى مسيرتها فى طريق التقدم حيث بدأت فى توجيه إهتمامها بهذا العلم الحديث وغيره من العلوم المتعلقة بالبيئة. وكما سيتضح لاحقاً فى هذا الكتاب الذى بين أيدينا درجة إهتمام بعض الدول بإنشاء أقسام وكليات بل وجامعات تحمل إسم الجامعة الخضراء وتخصيص وزارات هدفها الأول هو تحقيق مفهوم البيئة النظيفة. كل ذلك إن دل على شئ فهو يدل على الإهتمام الواعى بكل ما من شأنه الأرتقاء بعلوم البيئة وسن القوانين الخاصة لحماية البيئة.

كما سنشرح كيفية التغلب على مشاكل التلوث والتخلص من الفواقد والمفهوم العلمى الحديث للبيئة النظيفة التى ستؤدى حتماً لغذاء صحى ولصحة أفضل. هذا العلم له علاقة ويهتم بالمواد الكيماوية التى تدخل فى تركيب المنتجات الحيوية بمختلف أنواعها والتى يستخدمها الأنسان

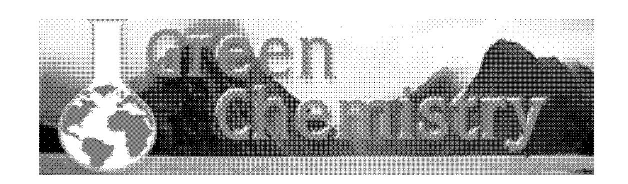
والتى قد تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة على صحته. ويتعلق أيضاً بماهية كفاءة الأنظمة لتصنيع مثل هذه النواتج المستخدمة. كما سنتعرض للكثير من القضايا البيئية مثل المبيدات بكافة أنواعها والمنظفات الكيميائية والمذيبات العضوية وبعض الحلول البيئية المناسبة عن طريق البيوتكنولوجى وغيرها. هذا العلم من ناحية أخرى يهتم بالطاقة النظيفة الآمنة وبقدر الإمكان غير المكلفة. هذه الطاقة التى قد تنتج من مواد بيئية مهملة أو تستغل المصادر الطبيعية المتوفرة فى بعض البيئات. سنوجه الأهتمام أيضاً لدور الدول المتقدمة والنامية فى الحفاظ على الكرة الأرضية عالمنا الذى نحيا فيه.

ومن الجدير بالذكر أن علم الكيمياء الخضراء يؤثر فى علم الإقتصاد من مفهوم تأثيره على البيئة النظيفة بتكلفة أقل، لذا أهتمت الكثير من المصانع خلال برامج الكيمياء الصناعية بتوافر الضمانات البيئية الكافية التى تجعل من تصدير منتجاتها أمراً متاحاً. كما إنه لا يخفى على أحد إتصال هذا العلم الحديث والقديم فى ذات الوقت بالعديد من العلوم الأخرى، والتى يضفى عليها بل ويأخذ منها الكثير. فعلوم البيئة والزراعة والإقتصاد والكيمياء الحيوية والصحة وعلوم الأغذية تقترب من بعيد أو من قريب بعلم الكيمياء الخضراء.

وإذا كان الموضوع بحق شائق وشائك فنحن نحاول أن نلقى الضوء على العديد من المجالات التى من شأنها ضمان حماية البيئة. وعذرنا إن أهملنا فى بعض المجالات أن الموضوع موضع الدراسة جديد فى المصادر والمعلومات وواسع فى إرتباطه بالعديد من فروع العلم والمعرفة. لذلك حاولنا الأسترشاد ببعض المراجع المتعلقة وكذلك صفحات الأنترنت المتوفرة ناظرين لبعض المشاكل البيئية والكوارث التى أثرت على البيئات المحيطة والإسترشاد بالحلول السابقة. متمنين أن تساهم هذه المحاولة المتواضعة مع غيرها من محاولات أن تضع لبنة فى غد أفضل لبيئة نظيفة. إذ كلنا أمل فى أن يكون غد البيئة أفضل من أمسها وأن يجئ اليوم الذى ينظر فيه الأنسان ويرى البيئة الجميلة كما خلقها الخالق عز وجل.

البـــاب الأول

تعريف علم الكيمياء الخضراء



يرجع الفضل لتعريف هذا العلم الوليد والمساهمة فى إنتشاره للكثير من العلماء والمنظمات الكيميائية المتخصصة فى السنوات الحديثة لهذا العلم الجديد. ففى السنوات الحديثة من هذا القرن وصف العالم أنستاس Anastas علم الكيمياء الخضراء بأنه ذلك العلم المهتم بالإستفادة المثلى من النواتج الكيميائية فى الصناعة وطرق خفض أو تقليل إستعمال وإنتاج المواد الضارة بالصحة.

"*Green Chemistry* is the utilisation of a set of principles that reduces or eliminates the use or generation of hazardous substances in the design, manufacture and application of chemical products" (Anastas *et al.*, 2000).

وتم وضع تعريف آخر فى المنظمة الدولية المتحدة للكيمياء العملية التطبيقية الشهيرة بالأيوبيك IUPAC Congress (2001) لهذا العلم بأنه أكتشاف وأبتكار وتصميم وتطبيق للنواتج الكيميائية وكذلك طرق تقليل أو منع إستعمال وتكوين المواد الخطرة.

"The invention, design, and application of chemical products and processes to reduce or to eliminate the use and generation of hazardous substances"

ساهمت العديد من المؤتمرات الحديثة فى التعريف بأهمية هذا العلم الحديث. حيث أشتركت منظمة الأيوبيك العضوية وقسم كيمياء الجزئيات الحيوية بالتعاون مع منظمة التقدم والتعاون الأقتصادى OECD فى ورشة عمل لتعريف مبادئ الكيمياء الخضراء فى مؤتمر الكيمياء للبيئة الذى عقد فى فينيس Venice من ١٢-١٤ سبتمبر ٢٠٠١ فى تواجد المعاهد والمصانع المجتمعات الكيميائية الدولية والمعاهد البيئية. تضمنت أهداف المؤتمر وجود برامج صناعية وحكومية ترعى التعليم، ووجود مواد تعليمية وأدوات ومصادر علمية، ونصائح ضرورية وأرشادات، ومساحات تعليمية فى خدمة الكيمياء الخضراء ووجود مشاريع تخدم هذا التعليم الجديد.

وفى مؤتمر عالمى للمنظمة الكيميائية الأمريكية American Chemical Society فى سان دياجو بأمريكا عام ٢٠٠٥ تم تعريف الكيمياء الخضراء بإنه النواتج والطرق التى تقلل أوتنزع أستعمال وإنتاج المواد الخطرة

"The design of chemical products and processes that reduce or eliminate the use and generation of hazardous substances"

درس مؤتمر سان دياجو المعوقات التى تنتج من نقص المعرفة وتعدد الأهداف الملقاة على عاتق هذا العلم الجديد وقلة المصادر المتجددة ووجود مذيبات آمنة وتقليل الطاقة.

أحد العلوم المرتبطة بالكيمياء الخضراء هو علم الهندسة الخضراء Green Engineering الذى يعنى تطوير وتسويق الوسائل والطرق الصناعية التى تسهل من إقتصاديات الإنتاج وتخفض من الخطورة على صحة الأنسان والبيئة. تشكل أساسيات كل هذه العلوم الإطار الخارجى لعمل العلماء والمهندسين فى التفكير فى مواد ونواتج جديدة وطرق وأنظمة حديثة. فمن المعروف إحتياج مشاكل بيئية عديدة محيطة بنا لهذه الأفكار المبتكرة والحلول المتطورة. هذه الأفكار تشكل إنجاز وتأكيد للعديد من الفوائد للبيئة والإقتصاد والمجتمع.

ومن هذه الأفكار المتعلقة بهذا العلم والتى حددتها الكثير من اللقاءات والمؤتمرات بعض النقاط التى يمكن أن نوردها فيما يلى:

- تقليل الفاقد من المصدر بقدر الإمكان قبل أن يكون من الصعوبة بمكان التخلص منه
- إستعمال مواد مشجعة ومحفزة طبيعية catalysts كبديل للمواد الكيمائية reagents
- إستعمال مواد مشجعة محفزة غير سامة
- إستعمال مصادر يمكن إعادة تدويرها renewable
- تحسين كفاءة المواد و التركيب الكيميائى لإنتاج منتج بأقل كمية من البوادئ وبكفاءة عالية
- إستعمال نظم مذيبات حميدة يمكن تدويرها بيئياً أو خالية من أى مذيبات إن أمكن ذلك

لماذا ندرس علم الكيمياء الخضراء، و لماذا أنتشر هذا العلم فى أيامنا الحديثة؟

يهتم الكثيرين هذه الأيام بمعرفة الأمور البيئية لما أنتشر فى عالمنا من أمور وظواهر لم نكن نعتاد عليها مثل الأحساس بأرتفاع درجات الحرارة عن معدلاتها لمثل نفس أوقاتها فى السنوات السابقة وهى المعروفة بظاهرة دفء الكرة الأرضية global worming وأيضاً ظاهرة الإحتباس الحرارى green house gases التى جعلت من الهواء القريب من سطح الأرض أشبه بالصوب الزجاجية لحبس الحرارة داخلها دون فقدها وهذا كله نتيجة لتأثر البيئة بنشاطات الأنسان وما يسببه لها من تلوث. ولهذا أهتم الأنسان بالكثير من الوسائل مثل أعادة التدوير recycling وما يتبعه من أنظمة تحمى البيئة للأجيال القادمة. تحدد الجمعية الملكية الأمريكية تعريفاً للكيمياء الخضراء يجدر بنا أن نذكره فى هذا المجال وهو أنه "التحدى الذى يواجه الكيميائيين لأنتاج نواتج وطرق وخدمات لتحسين نوعية الحياة والبيئة الطبيعية وسط كم هائل من التنافس الصناعى".

ومن أمثلة مفاهيم الكيمياء الخضراء – كما سبق- تقليل كميات الدواخل Scale reduction كما فى التفاعل الكيميائى بقدر الأمكان لتقليل كميات الفواقد. هذا النظام البسيط لمنع الفواقد قد يتعارض مع هدف الصناعة الذى يعتمد على كمية النواتج المباعة. ولكن هناك مثال قد يوضح هذا المعنى وهو ما حدث لشركة دوبونت DuPont للدهانات فى تعاونها مع شركة فورد Ford لأنتاج السيارات. هذا المفهوم الجديد فى خدمة دهان السيارات قد أبتكرته شركة فورد حيث توفر الشركة الأولى كمية الدهانات التى تحتاجها الشركة لأنتاج سياراتها مع نفس العائد المادى أو أكثر من لو أنتجت الدهانات فى شركة فورد نفسها لما يتبعه ذلك من فواقد صناعية كبيرة قد تضر على المدى البعيد على مثل هذه الشركات الكبيرة فى علاقتها بالبيئة النظيفة.

مثال آخر لكيفية إختيار المذيبات العضوية Solvent selection (regeneration) فى الكيمياء لتسهيل التفاعلات العضوية الهامة. للمذيبات العضوية دوراً هاماً فى التفاعلات المعملية ولكن مع تطاير هذه المذيبات وما فى ذلك من سميتها العالية تصبح سبباً من أسباب التلوث. وأيضاً لأحتمال الأنفجار الذى قد يحدث فى أى وقت بالمعامل يجعلها بالحق مشكلة صحية وبيئية. ونسبة الخطورة العالية قد تأتى أيضاً من تلوث المذيبات مع النواتج أو دواخل التفاعل. فالتدريب العام البيئى فى المعامل هو التخلص من التنوع الهائل للفواقد العضوية فى مكان واحد. حيث يصعب

الحصول على مادة نقية واحدة وسط عدد غير بسيط من المذيبات العضوية، فالمطلوب هو تحول غير عكسى للتخلص من الفواقد.

المثال الثالث أستبدال substitution أو عدم إستعمال المادة سامة حيث يفضل عدم إستعمالها "toxic elimination". أما عن مثال تدوير المواد Material flows and cycles مثل فواقد الغذاء فيمكن تطبيقه فى الكيمياء حيث أن فاقد التفاعل يمكن الأستفادة منه كداخل فى تفاعل آخر. وفصل تجمعات الفواقد مثل تجمع فواقد المذيب Separate collection of waste هو الأهمية لحفظ الفواقد من تفاعلات مختلفة منفصلة. حيث يمكن فصل وأعادة أستعمال النواتج والأستفادة منها بأقل تكلفة كما أنه وفى نفس الوقت يحمى الصرف المعملى من خطورة هذه المذيبات أو الكيماويات المفقودة. وكما نعرف فإن أحد الشروط الواجب توافرها فى إنشاء المعامل الحديثة هو وجود أماكن مخصصة لصرف مختلف أنواع المذيبات العضوية ومحاولة الأستفادة منها مرة أخرى بدلاً من أهدارها.

ومن الواضح أن هذا العلم قد نشأ أولا فى معاهد البحوث العلمية ليحاط بالرعاية والأهتمام من الأكاديميات والصناعة والحكومات. وبينما يهتم هذا العلم بالصحة والحفاظ على البيئة فلقد إنتشر دور وإهمية هذا العلم وتم الأتفاق بين الأكاديميات والمعاهد والجامعات العلمية على أساسيات إثنى عشر لعلم الكيمياء الخضراء.

الأساسيات الإثنى عشر للكيمياء الخضراء

يذكر فى الكثير من المراجع وعلى صفحات الأنترنت أساسيات محددة متفق عليها ويجب أن تراعى عند الحديث عن علم الكيمياء الخضراء. وهذه الأساسيات المتفق عليها بأجماع مختلف الأوساط العلمية يمكن تلخيصها فى النقاط الآتية:

١- سياسة المنع Prevention: بمعنى أنه من الأفضل أن نمنع الفاقد من المصدر source عن إن نفكر فى التعامل معه أو تقليله بعد أن يتم تكوينه. فمن ناحية التكلفة الأقتصادية سيكون من الأفضل أيضاً أن نبتعد عن محاولة التخلص من الفواقد الخطرة فى نهاية التفاعل.

٢- أقتصاد الوحدة التركيبية للذرات Atom economy: يجب تنظيم الطرق التخليقية synthetic ways لتعظيم تعاون وتفاعل كل المواد المستعملة فى الطرق المؤدية للمنتج النهائى final product.

٣- تقليل تكوين وتخليق الكيماويات الضارة Less hazardous chemical synthesis: مهما كانت المشاركة للطرق التخليقية يجب أن تنظم لإستعمال أو إنتاج مواد تمتلك القليل أو التى لا تحتوى على سمية للأنسان أو البيئة.

٤- تشكيل كيماويات امنة Designing safer chemicals: النواتج الكيميائية يجب أن تكون مؤثرة التأثير المرغوب بينما تكون هى نفسها قليلة السمية.

٥- تراعى أن تكون المذيبات أو الأضافات امنة Safer solvents and auxiliaries: يجب أن يكون إستعمال مواد أضافية كالمذيبات أو مواد فاصلة عند الحاجة فقط وعلى قدر الإمكان والضرورة القصوى، أو على أقل حد عند الإستعمال للخطوة المحددة فقط.

٦- دراسة كفاءة الطاقة Design for energy efficiency: معرفة إحتياجات الطاقة للطرق الكيميائية لإهميتها لشئون البيئة والإقتصاد، حيث يجب تقليلها. وأذا كان ممكن فيجب على الطرق التخليقية أن تسهم فى إعتدال الضغط ودرجة الحرارة لأهمية ذلك للبيئة المحيطة.

٧- إستعمال المواد الخام سهلة التدوير Use of renewable feedstocks: يجب أن تكون المواد الخام سهلة التدوير وذلك أفضل من محاولة تقليلها أينما كان هذا ممكن صناعياً وأقتصادياً.

٨- التقليل من المشتقات Reduce derivatives: المشتقات غير الضرورية مثل مجاميع الغلق blocking أو الحماية أو نزع الحماية والتحوير المؤقت للطرق الكيميائية والفيزيائية يجب أن يقلل أو يجب تجنيبه على قدر الأمكان. لأن مثل هذه الخطوات تتطلب عوامل مساعدة إضافية ومن الممكن أن تكون فواقد فى التفاعل.

٩- المواد المحفزة catalysis: إختيار المواد المحفزة الطبيعية على قدر الإمكان أكثر أفضلية عن المواد الكيميائية reagents.

١٠- تصميم الهدم و التكسير Design for degradation: يجب أن تصمم النواتج الكيميائية على أن تنهدم إلى نواتج حميدة فى نهاية إتمام المطلوب منها وليس إلى مواد مقاومة للتكسير فى البيئة.

١١- معرفة الوقت الحقيقى لمنع التلوث البيئى Real-time analysis for pollution prevention: من التجربة ظهرت الحاجة إلى طرق تحليلية لتطور أكثر حتى يسمح بالوقت الحقيقى لضبط وإحاطة سابقة لتكوين المواد الضارة.

١٢- أستعمال الكيمياء الآمنة لمنع المفاجئات Inherently safer chemistry for accident prevention: يجب إختيار المواد والشكل المستعمل للمواد فى الطرق الكيميائية لتقليل الصدف والمفاجئات الكيميائية مثل التسريب والإنفجار والحرائق.

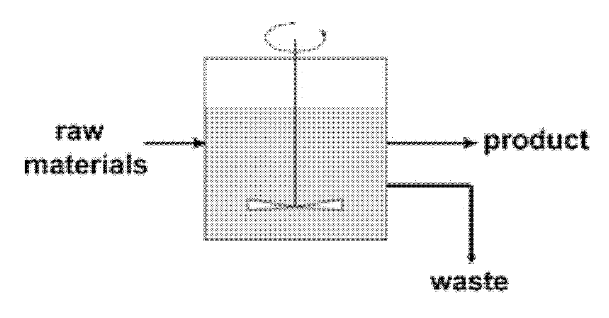
من ذلك ندرك أنه فى علم الكيمياء الخضراء يجب أن نقلل من العوامل الآتية: الفواقد والمواد المستعملة بقدر الإمكان والخطورة فى أثناء التفاعل والمواد الخطرة والطاقة وأثر البيئة والتكاليف. لذا فأن مظاهر الكيمياء الخضراء تبدأ بالطرق المستعملة وكفاءة الطاقة وطرق الفصل والتفاعلات الآمنة والجواهر الكشافة reagents لتقليل المواد الحافزة الطبيعية وإستبدال المذيبات وإستعمال المواد سهلة التدوير وتقليل الفواقد.

تاريخ التشريعات البيئية فى مصر

من الجدير بالذكر والذى قد لا يعرفه الكثيرين إن تاريخ التشريعات البيئية فى مصر يرجع إلى أواخر القرن التاسع عشر، فالبداية كانت فى ٣١ يناير ١٨٨٩ عندما صدر الأمر العالى بشأن الرقابة الصحية على الأشخاص القادمين للقطر المصرى من جهات موبؤة ببعض الأمراض. الهدف وقتها كان حماية البيئة من التلوث الصحى ومن الأمراض المعدية مثل الجدرى والكوليرا والطاعون. وأستمرت القوانين إلى ١٤ يونيه ١٩١٤ بشأن المراقبة الصحية للحجاج، ثم فى عام ١٩٥٨ صدر قانون بشأن الأحتياطات الصحية من الأمراض المعدية بالإقليم المصرى والتى تحافظ على الأنسان رأس الهرم البيئى. ومرت سنوات عديدة حتى صدر القانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ الذى يعتبر أكثرهم شمولية لأنه يتعلق بالغذاء والتلوث والضوضاء الصوتية، وهكذا بدأ المفهوم الشامل الأكثر أتساعاً للأهتمام بالبيئة. بل أن هناك مقترح حديث لأضافة غرامات وعقوبات على أغراق النفايات الخطيرة والتدخين فى الأماكن المغلقة.

البـــــاب الثـــانـــى

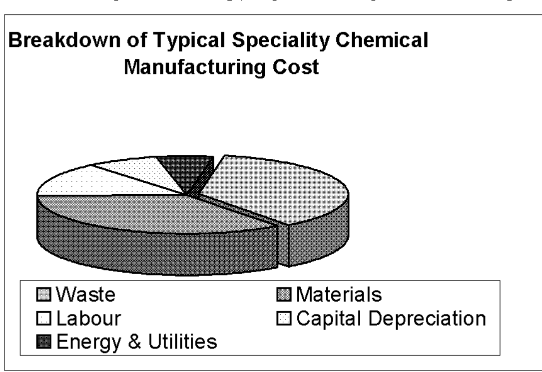
إذا كنا سنركز أهتمامنا بالتلوث والملوثات فلنبدأ حديثنا بالفواقد الخطرة وكيفية التخلص منها بما لا يضر بالبيئة. ولكن أولاً يجب أن نعرف أهمية تقليل الفواقد بصفة عامة حتى لا تضر بأقتصاديات المنتج. هذا الرسم يوضح المواد الأولية والنواتج وخروج بعض الفاقد من التصنيع

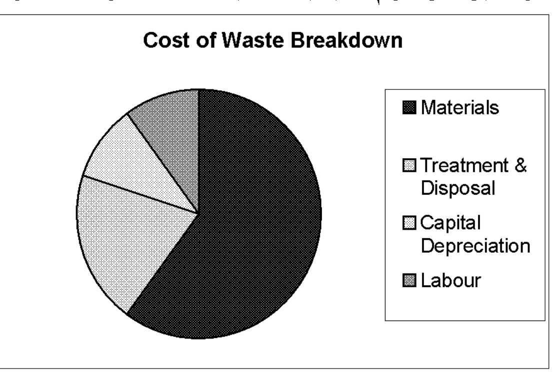


ويعتبر تأثير العامل E أو نسبة وزن الفواقد إلى وزن النواتج قد أخذ الكثير من الأهتمام فى السنوات الأخيرة فى تطور الصناعات الكيميائية وصناعات الأدوية. هذا من ناحية تقليل الفواقد للأمان فى المفهوم الواسع للكيمياء الخضراء.

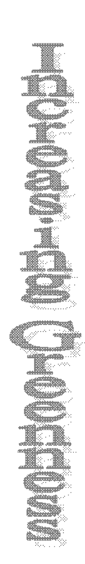
الفواقد الخطرة Hazardous wastes فى الصناعة الكيميائية

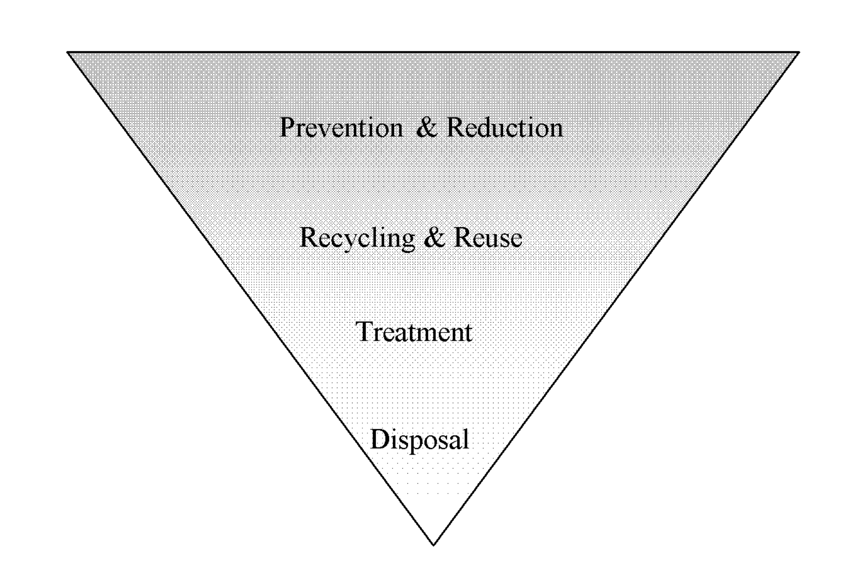
تتكون الفواقد فى صناعات عدة ففى صناعة الزيوت يفقد ما يقل عن ١ ,. %، بينما فى الصناعة الثقيلة يفقد ما يعادل ١- ٥ % وفى الصناعة الخفيفة يفقد ٥- ٥٠ % وفى صناعة الأدوية يبلغ الفاقد ٢٥-١٠٠%، أما عن الصناعات الحديثة فإن الفاقد يزيد فيها نسبياً للتركيبات الكيميائية. وتشير الرسوم البيانية التالية تكلفة المواد المفقودة مقارنة بالطاقة والعمالة وغيرها من عوامل.





ويمثل الشكل التالى إتجاه إنفاق وتكلفة نظرية منع التلوث كما يظهر فى الأساسيات الأثنى عشر وتتضح الأهمية الكبيرة لخطوة منع وتقليل الفواقد ويليها أعادة التدوير والأستعمال ثم المعاملات وأخيراً الترتيب والتنظيم داخل العمليات التصنيعية.





أهمية التخلص من الفواقد بأنواعها:

التخلص من الفواقد تعد المشكلة الأولى فى الصناعة وللمهتمين بشئون البيئة، فمن المقدر إن الولايات المتحدة تنتج كل عام أكثر من ٢٦٩ مليون طن من الفواقد الخطرة أى ما يعادل طن لكل مواطن! هذا فى الوقت الذى تتمتع فيه بثمار تكنولوجيا صناعية هائلة وتقدم طبى وإقتصادى بينما العجيب أنها تنزعج بمهمة إيجاد مكان يكفى ٢٥٠ بليون طن سنوياً لمواد سامة أو عديمة الفائدة لنهايات خطوط إنتاج صناعية. حوالى ثلثى كل الفواقد الخطرة ينتهى بها الأمر بدفنها فى التربة أو أيضاً من الطرق الأخرى الدفن فى البحر (landfill). وهذا ما قد يؤدى إلى تسرب هذه السموم إلى التربة والمياه الجوفية وأيضاً إنبعاث ملحوظ للغازات السامة فى الهواء أو إلى باطن المحيطات.

أن هذا كله هو ما يسمى بالوجه القبيح للثورة الصناعية، فمن الملحوظ من هذا الأتجاه إن إنتاج الفواقد الخطرة ليس الأهتمام الأول للشركات والمصانع ولكنها أمور مصاحبة لإنتاج مواد مفيدة ونافعة. بالأضافة إلى أن من الجوانب المشرقة للثورة الصناعية إطالة فترة العمر ونقص عدد وفيات الرضع والأطفال وزيادة الإقتصاد والغنى والرقى بنوعية الحياة. ولا يخفى على أحد أن الكثير من الشركات ليست جاهلة بهذه المشاكل البيئية بل أن بعض الشركات يدرس حالياً الخطوات التى تقلل التلوث المسبب من إنتاجها.

الحركة الحديثة نحو تقليل التلوث والفواقد خلال أعادة الأستعمال وأعادة التدوير تحتاج العديد من التعاون بين جهات عديدة "eco-efficiency" . تشتق الفوائد الأقتصادية من تقليل الفوائد كذلك تكاليف المواد مع الشروط القانونية الحكومية والتى تجعل الشركات تهتم بالنظرة البيئية. من الأمثلة على ذلك ماكينات رى النبات بالماء الفاقد والأثاث المصنوع من أعادة التصنيع الحيوى "design out waste". فى السنوات الحديثة تزيد أتجاه الفواقد الضارة نحو الهواء والماء والتربة سنوياً مما يستحيل معه التخلص من هذه الملوثات دون الحاجة الى أموال باهظة.

أهمية أستعمال المواد الصديقة للبيئة Environmental friendly business

من أمثلة الفواقد الصلبة والتى ترجع للتطور التكنولوجى الهائل فى الدول المتقدمة والولايات المتحدة هى البلاستيك عالى القيمة وبعض المعادن والأجهزة الكهربائية. كل فرد فى المجتمع الأمريكى على سبيل المثال ينتج حوالى ٢ كيلوجرام فواقد صلبة فى اليوم وتزداد هذه المشكلة الغريبة سنة بعد أخرى فى دول العالم المتقدم والتى قد ترسل فى بعض الحالات إلى الدول النامية. فقد يبدو هذا الحل أقل تكلفة من محاولة أعادة التدوير والأستعمال مرة أخرى من مواد صديقة للبيئة Economic waste management . هذه المواد الضارة والتى تتخلص منها الدول المتقدمة بتصديرها للدول الفقيرة تسبب العديد من مشاكل التى تنتج من نقص الخبرة فى التعامل مع هذه الفواقد. الحقيقة أيضاً أنه يصعب وضع قوائم محددة لماهية الفواقد الضارة وغير الضارة فى تعامل الدول مع بعضها.

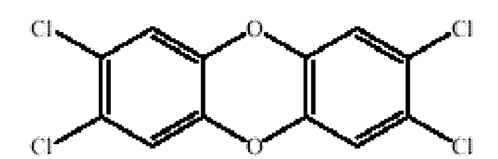
وسائل التخلص من الفواقد (مميزاتها وعيوبها):

من أشهر الوسائل للتخلص من المواد الصلبة على ترتيب أتساعها الردم بعد حفر باطن الأرض، وأعادة تدوير المواد، وكذلك طريقة الحرق حتى الرماد، ووسيلة خلط المواد لأستعمالها كسماد. وسنستعرض فى هذا المجال بعض المشاكل الناتجة من التخلص من البقايا بهذه الصور المتنوعة. ففى طريقة الدفن فى باطن الأرض ينتج عنها غاز الميثان عن طريق الكائنات الدقيقة وفى عدم وجود الأكسجين وتراكم الميثان فى باطن الأرض يعرض لحدوث أنفجار أو قد يتسرب لأساسات المبانى المجاورة مسبباً مشكلات عديدة على الأساسات. وغاز الميثان أستخدم حديثاً كمشروع

لأنتاج الطاقة والكهرباء بحسن أستغلاله بيئياً. أيضاً وفى هذا المجال هناك مشكلة الملوثات والمعادن الثقيلة التى قد تنتقل للمياه الجوفية بعد دفنها تؤدى الى تلوث ماء الشرب.

المشكلة الثانية فى التخلص من البلاستيك فى البقايا الصلبة والبلاستيكات المستخدمة فى التعبئة تزداد بسرعة فهى بوليمرات سلاسل كربونية متكررة وتسمى حسب تركيبها الكيمائى polypropylene, polyethylene, polystyrene وأشهرهم (PVC) polyvinyl chloride والذى تم منع أستخدامه حديثاً فى عبوات الأغذية لأضراره الصحية. السبب فى ذلك يرجع للتركيب الكيمائى الثابت والذى يستمر لقرون ولا يتحلل. توجد أنواع أفضل منها لها قابلية التحلل ضوئيا بضوء الشمس وغيرها تتحلل حيوياً بالكائنات الدقيقة كالبكتريا.

المطاط ومشكلة الأطارات والتى لا يمكن صهرها أو أعادة أستعمالها مرة أخرى ولايمكن دفنها فى أماكن الحفر فهى مشكلة أخرى تبحث عن حل. كما أن مشكلة حرقها أو حتى ألقائها فى مجارى المياه تصبح مصدر غذائى للناموس وكلها تعتبر مشاكل كبيرة. وسيلة الحرق لتحويل المواد الى رماد يقلل من أحجام البقايا الصلبة كما يعتبر مصدر تدفئة أو كهرباء وخاصة حرق الورق والبلاستيك والمطاط. يستبعد من ذلك الزجاج لصهره وعدم حرقه والبقايا الغذائية لرطوبتها العالية. المشكلة فى مثل هذه الحالات ينبع من وجود الأحبار فى الورق أو أى مواد سامة قد تنبعث فى نواتج الحرق مثل الدايوكسين dioxin. البلاستيك ينتج حرارة تشبه الحرارة الناتجة من نفس الكمية من زيت الوقود. لكن بعض البلاستيك مثل polyvinyl chloride ينتج الدايوكسين السام ومواد أخرى. من ناحية أخرى فأن حرق المطاط أقل سمية من ذلك وينتج حرارة تعادل حرارة الفحم. عموماً عملية الحرق تلوث الهواء وينتج عنها أول أكسيد الكربون وبعض المعادن الثقيلة وتحتاج لخطوات مكلفة لتنقية الهواء.



2,3,6,7-tetrachlorodibenzo-4-dioxin

من ناحية أخرى بقايا الحدائق من المواد العضوية كالحشائش وأفرع وأوراق الأشجار يمكن خلطها بالتربة كسماد عضوى. وتعتبر أحد الطرق المرغوبة فى التخلص من البقايا العضوية والنباتية فى صورة مفيدة. أما عن وسيلة أعادة التدوير والأستعمال لنفس النواتج أو نواتج غيرها

تعد من الطرق المفيدة للبقايا الصلبة. فهو يحمى المصادر الطبيعية ويحمى البيئة فأعادة تدوير الأوراق يحمى الأشجار وكذلك تدوير المياه يوفر الطاقة. عمليات التدوير أيضا توجد فرص عمل وتزيد الأقتصاد ببيع المنتجات.

شركات الكيماويات و البتروكيماويات تنتج ما يعادل ٧٠% من أجمالى الفواقد الخطرة على مستوى الولايات المتحدة. ولهذا فأن أى محاولة لتغيير أو تقليل هذه الفواقد يجب أن تشمل هذه الصناعات. الجامعات مواقع التدريب لقيادة مصانع الغد تشكل فى حد ذاتها ١% من الفواقد الخطرة ومن الممكن أن تحمى ما يعادل ٥٢٠ مليون طن من الفواقد بأبحاثها.

وللأسف لم تشمل قوانين العنف والقوانين الخاصة بالبيئة حتى عهد قريب أياً من التشريعات ضد تسريب المواد الضارة للبيئة ، ولكنها أهتمت بقوانين التخزين والتعامل والغش التجارى للعبوات وخطط منع تسريب الزيوت. لكن فى الولايات المتحدة ظهر قانون *"Pollution Prevention Act of 1990"* ، كما أسست منظمة *U.S. Environmental Protection Agency* مكتب *Office of Pollution Prevention and Toxics (OPPT)* لتطوير وتحسين المواد الكيميائية والطرق لتقليل الخطورة على الصحة والأنسان وذلك بعمل مشاريع تسمى Alternative Synthetic Pathways for Pollutuion Prevention.



تقدير الخطورة Risk assessment

بدأت الحكومات منذ عدة سنوات فى تقدير المواد الخطرة Hazardous substances والتى تؤثر على صحة الأنسان. فمثل هذه القوانين "Clean air act & Toxic substances control act" تساهم فى الأجابة على متى وكيف تؤثر هذه المواد على صحة الأنسان!! ومن العلوم المتعلقة بذلك علم السموم Toxicology الذى يعرف بالعلم الذى يدرس تأثير الكيماويات على الكائنات الحية والطرق التى يمكن أن تعكس وتعالج هذا التأثير. معظم هذه الكيماويات والتى يتم تقسيمها كمواد سامة تنتشر فى أماكن كثيرة بالبيئة وليس فقط بالتربة أو الماء أو الهواء.

والمرض الذى تم تقديره كناتج لهذه الكيماويات الملوثة هو السرطان ولكن العديد من الأمراض الأخرى مثل صعوبة التنفس ونقص المناعة والتأثير على الخصوبة والجهاز العصبى يظهر أيضاً بسبب هذه المسببات.

تقدير الخطورة Risk analysis يشمل risk assesment, risk management and risk communication، والعنصر الأول risk assesment هو الجزء العلمى حيث يتم التعرف وحساب المواد والعوامل الخطرة. فى نهاية حساب الخطورة تكون قيمة الخطورة المقدرة تتضمن معظم عوامل الخطورة والنقاط الحرجة فيما يعرف بـنظام نقاط التحكم والتحليل الدقيق للخطورة HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) الذى سيأتى مجال الحديث عنه لاحقاً، أما العنصر الثانى risk management هو عبارة عن تقييم الخطورة المقبولة أو تقليلها عند الضرورة. العنصر الثالث risk communication يشمل الأنتقال بين المقيم risk assesor أو الباحث والمدير أو المنظم للخطورة فى المصنع أو الشركة.

التقدير الكمى للخطورة يشمل أربعة عناصر هى التعرف على الخطورة hazard identification فى الناتج أو الطريقة، وتقدير تعرض المستهلك للخطورة exposure assessment حتى نهاية المنتج farm to fork approach، والعامل الثالث هو تأثير عوامل الخطورة hazard characterisationعلى الصحة من مرض وموت بتقدير العلاقة بين الجرعة والأستجابة، وأخيراً تأثير الخطر risk characterisation وحسابه من المحتوى الداخل والعلاقة السابقة المقدرة.

التقدير الكمى بواسطة البكتريا Quantitative Risk Assessment on *E. coli* O157:H7 المركز العالمى للغذاء بالتعاون مع قسم هندسة الغذاء بجامعة دبلن أيرلندا قدرت الخطورة الكمية للحم البقرى. وتم تقدير الخطورة عن طريق البكتريا *E. coli* فى جميع أجزاء اللحم البقرى لمعرفة الأجزاء الأكثر تعرضاً للخطورة فى العمليات التصنيعية. وأعتبرت هذه التقديرات الكمية الأولية للخطورة على الأمراض نتيجة التغذية food pathogen كنموذج فى تقدير الخطورة للأمراض الأخرى التى تنتج من الغذاء.

مفهوم الـ Hazard Ananlysis and Critical Control Point (HACCP)

هذا الأصطلاح يعتبر من أهم التعريفات الحديثة للغذاء الآمن ويعنى الـ HACCP نظام الحماية الذى يقدر ويقيم الخطورة التى تواجه الغذاء الآمن food safety hazards، ويمكن تلخيص أساسياته السبعة الهامة فى الآتى:

١- تقدير الخطورة عن طريق وسائل معرفة الخطورة ووصف طرق منعها
٢- تقدير النقاط الحرجة critical control points (CCPs) وتطبيقها لمنع وتقليل خطورة سلامة الغذاء إلى مستوى مقبول
٣- تقدير الحد الحرج الأعلى والأدنى للخطورة للوصول للمستوى المقبول
٤- تقييم إذا كان CCP تحت التحكم لإنتاج قياس دقيق للمستقبل!
٥- الفعل التصحيحى عند حدوث إنحرافات قد تؤدى لفشل مجابهة النقاط الحرجة
٦- طرق تأكيدية لقياس إذا ما كانت الخطة HACCP سارت كما قصد منها!
٧- الحفاظ على القياسات وإستمرار الطرق الموضوعة

البرنامج المعروف *من الحقل للمائدة Farm to Fork* لسلامة الغذاء المنشور فى برنامج سلامة الغذاء الأوروبى عام ٢٠٠٠ يتعلق بتطبيق تشريعى للـ HACCP للحم البقرى والخنزير والدواجن المذبوحة فى الإتحاد الأوروبى. بعد هذا البرنامج بدأ قسم سلامة الغذاء بمركز الغذاء الدولى فى تطبيق وتطوير العمل بهذه البرامج فى كلية الطب البيطرى جامعة دبلن-إيرلندا. وعليه تم التعاون الواسع بين مصانع الغذاء وأقسام الزراعة والغذاء وتشريعات سلامة الغذاء بإيرلندا فى طليعة دول الأتحاد الأوروبى.

التعرف على المواد المطفرة Carcinogenic substances:

من ناحية أخرى تعريض حيوانات التجارب كالفئران من الثدييات لمثل هذه المواد يظهر الأثر والتركيز المسبب للسرطان. ولكن إختلاف الأعضاء من الأنسان للفئران قد يصاحبه إستجابة مختلفة وكذلك الحجم المختلف من الجرعات مقارنة بالكمية المتعرض لها. ولكن يمكن توقع ما تسببه كمية أقل يتعرض لها الأنسان فى أن تسبب نسبة أقل من السرطان. لكن الحقيقة أن هذا غير دقيق علمياً لأختلاف ميكانيكية التأثير على الفأر والأنسان. ولهذا فأن طرق التقدير يحدث

لها الكثير من التقدم لتصبح قادرة على القياس الدقيق لمدى سمية هذه المواد. والقياس على الأنسان المتعرض لجرعة عالية بالصدفة من هذه المواد هى أحدى الطرق. كما إنه ومن ناحية أخرى فإن مخاليط الكيماويات المنتشرة فى الماء والهواء والغذاء والتى يتعرض لها الأنسان تصعب من تقدير سمية هذه المواد. الدخان المنبعث من السجائر وعادم السيارات لأحتوائها على العديد من المواد تصعب من معرفة المادة السامة المسببة للمرض، كما أن المواد المضيفة قد تزيد من الأثر الضار أو تقلله.

البـــــاب الثـــــالـــث

ظاهرة المبيدات Pesticide dilemma

المبيدات تعتبر من أشهر القضايا البيئية التى بدأت بخير للزراعات والأنسان وأنتهت بكونها المتهم والمسئول عن الكثير من أمراض العصر. تأتى تسمية المبيد من أسم pest الذى يطلق على أى كائن يؤثر على صحة وأنشطة الأنسان مثل القوارض والحشرات والبكتريا والفطر والنيماتودا لمنافستها الأنسان فى غذائه. ولخفض أعداد هذه الكائنات بدأ أنتشار الكيماويات السامة وتبعاً لتخصصها سميت insecticides, herbicides, fungicides, rodenticides لمقاومتها للحشرات أو الحشائش أو الفطريات أو القوارض على الترتيب، ومعظم هذه الأستخدامات تتجه نحو حماية الزراعات. من أفضل شروط المبيدات التى تختص فقط بنوع واحد من الكائنات أو الحشرات ولا تؤذى غيرها، كما أنها التى تتحلل الى مواد آمنة كالماء أو ثانى أكسيد الكربون والأكسجين بتحليل كيماوى طبيعى أو بواسطة كائنات بيولوجية. أيضاً تبقى فى مكان أستعمالها ولا تنتقل لأماكن أخرى وللأسف لا يوجد ما تنطبق عليه مثل هذه الشروط المثلى للمبيد.

يرجع تاريخ المبيدات الى أربعينات القرن الماضى والتى كانت أما مبيدات معدنية غير عضوية أو عضوية. المبيدات المعدنية غير العضوية هى التى تحتوى على الرصاص والزئبق والزرنيخ وهى فى غاية السمية ولا تتحلل بالطرق الطبيعية بل تتراكم فى التربة والمياه مؤثرة على كل الكائنات الحية. لهذه الأسباب تم منع أستعمال هذه المبيدات وتم إستبدالها بمواد أخرى. هذه المواد عضوية مخلقة وشبيهة للمادة الطبيعية النباتية التى تستخدمها النباتات للدفاع عن نفسها ضد الحشرات potanicals. من أمثلة هذه المواد النباتية الطبيعية nicotine, pyrethrum, rotenone وهى من نباتات الدخان وأزهار وجذور نباتات أخرى. ميزة هذه المركبات أنها يسهل تحللها بالكائنات الدقيقة ولا تتراكم. وتوجد المركبات المخلقة شبيهة التركيب synthetic potanicals فى الجهة الأخرى مثل مركبات pyrethroids وهى غير سامة للأنسان والثدييات ولكنها سامة للأسماك والأحياء المائية. فى تطور لتكوين هذه المركبات ظهر المبيد زائع الأنتشار (DDT) dichloro-diphenyl-trichloroethane المركب العضوى الذى يحوى الكلور. ذلك قبل أن يتسع الأنتشار ويصل إلى حوالى الألف من المبيدات المخلقة حديثا.

مـن أكبـر مجموعـات المبيـدات المخلقـة توجـد أهـم ثلاثـة مجموعـات، الأولـى هـى مجموعـة chlorinated hydrocarbons بطيئة فى تحللها وتبقى فى البيئة لشهور وربما لسنين حتى لو داخل الكائن الحى. لكل هذه الأسباب سنت القوانين لتقليل وأحياناً تحريم أستعمال مثل هذه المبيدات. المجموعة الثانية organophosphates مركبات عضوية تحوى فوسفور تم تطورها أثناء الحرب العالمية الثانية لأبحاث عالمية على غاز الأعصاب. وهى الأكثر سمية للأنسان والحيوان على حد سواء وتساوى فى سميتها سمية السيانيد والزرنيخ. تتحلل بالكائنات الدقيقة فلا تتراكم بصورتها المعروفة فى البيئة ومن أشهرها malathion. المجموعة الثالثة carbamates أحد مشتقات حمض carbamic acid وهى مع عدم تخصص سميتها فهى أقل سمية بكثير على الأنسان من المجموعة الثانية. ومن أشهرها carbaryl (sevin), propoxur (baygon).

ونتيجة للنتائج والدراسات العديدة التى أظهرت خطورة الأعتماد والأستمرار فى أستخدام مفرط للمبيدات فأن الأتجاهات الحديثة بدأت فى ترشيد إستخدام المبيدات بكثرة. وتميل الأتجاهات العلمية بعد التحريم الدولى لقائمة من المبيدات التى أعتاد الفلاحون إلى الأعتماد عليها إلى أستخدام vacuum cleaner لأزالة الحشرات من المحاصيل كبديل لأستخدام الكيماويات السامة أو المبيدات الحشرية. وذلك بعد السمعة السيئة للمبيدات والأتهامات بأنها السبب وراء العديد من الأمراض الخطيرة.

أذا علمنا أن أكثر من ثلث محاصيل العالم تباد بالحشرات ومع الكثافة السكانية العالية وأنتشار الجوع فى بلدان العالم النامى نفهم الحاجة لهذه المبيدات لمكافحة الحشرات والأمراض الناتجة عنها أو أبادة المحاصيل. ولكن المشاكل غير المعروفة والناتجة من التوسع فى أستخدام المبيدات جعلت من بعض هذه الحشرات أن تكتسب مقاومة بعد فترة من إستعمال المبيدات ونتج عدم توازن بيولوجى حتى للمحاصيل الزراعية. أيضاً انتقال المبيدات فى التربة والمياه أثر بالسلب على البيئة وكل الكائنات الحية.

كما إن تأثير المبيد على بعض الكائنات الحية غير الموجه لها المبيد مثل بعض الحشرات المفيدة كنحل العسل والطيور والأرانب وكذلك الحشرات الأخرى التى كانت تتغذى على الحشرات الضارة. أظهر أختلال الأتزان البيئى imbalance in ecosystem وأختفت أو هربت الكائنات التى كانت تقاوم الحشرات المقصودة طبيعياً. وبدأت تظهر الحشرات أكثر مقاومة وربما أضخم

وأعدادها تزايدت. والغريب أن سلوك بعض الحشرات غير الضارة أصبحت ضارة بأستخدام المبيدات بصورة مبالغ فيها.

حركة المبيد فى البيئة mobility لمسافات أوسع فى التربة والمياه الجوفية ثم المحيطات والهواء أثرت على الأرض الزراعية والمحاصيل والأسماك التى تعيش فى الأنهار ومجارى المياه والحيوانات والأنسان. وأنتشر السرطان للتعرض المباشر للمبيدات فى دول كثيرة فى العالم والعديد من الأمراض التى أثبتت الأبحاث علاقتها بالمبيدات. الهواء أيضا كان وسيلة لأنتشار مبيدات DDT لأشجار عالية ونباتات بعيدة وبرغم منع هذا المبيد فى أمريكا ١٩٧٢ إلا أن العديد من الدول أستمرت فى أستعماله.

تأثير المبيدات على أعضاء الأنسان كان محور دراسات عديدة للتعرض فترات قصيرة لتركيز عالى من المبيد مسبباً الدوخة والأغماء أو الصداع والتأثير على الجهاز العصبى والذى يؤدى للوفاة، أما التركيز المنخفض لفترة طويلة قد يؤدى للسرطان فى الدم والمخ والرئة والجهاز التناسلى والمناعى.

لكل هذه الأسباب كان الأتجاه الحديث للمقاومة البيولوجية والمقاومة بالجينات والهرمونات أو الأشعاع وتقليل أستعمال المبيدات بقدر الأمكان. كما أن دراسة أنسب الأوقات للزراعة والتسميد والرى من أقوى طرق المقاومة مع الخطة والدورة الزراعية المثلى والبعد عن تكرار الدورات الزراعية فلا تستقر الحشرات أو الديدان فى الأرض.

النباتات تنتج مبيدات طبيعية

المبيدات الآمنة تعد من أهداف الأمان البيئى، فبعد أن كانت المبيدات المخلقة معملياً هى الأفضل من الناحية الأقتصادية تم أكتشاف المزيد من التركيبات الطبيعية ذات القدرة على التحكم على الحشرات والأفات فى أتجاه العودة مرة ثانية للطبيعة. فمعظم المركبات التجارية المخلقة فى هذا المجال هيدروكربونات مع ذرات هالوجين ولها نصف فترة حياة طويلة وخواصها السمية أعلى من المركبات الطبيعية. ولهذا السبب كان الأهتمام بالمبيدات النباتية الطبيعية والتى وصلت الى عشرات الألاف من النواتج النباتية الثانوية. الدليل لأهمية هذه المركبات الطبيعية أن معظم هذه

المركبات يكمن فى تفاعل دفاعات النبات ضد الآفات وتكوين مركبات لها صفة المبيدات pesticidal potential. ومن مثل مجموعة المبيدات النباتية الطبيعية سوف نستعرض بعضها فى إيجاز.

١- مبيدات حشائش Herbicides:

ظاهرة التأثير على نمو النباتات بنباتات أخرى أو بقايا نباتات هى تفاعلات نباتات ببعضها البعض. تنتج جميع النباتات بدرجات مختلفة مركبات phytotoxic والتى لها درجة من التنافس أعلى من نباتات أخرى. القليل من هذه المركبات لها صفة المبيد الحشرى مع تحويرات قليلة مثل cinmethylin (II). كما يوجد مخلوط من مشتقات الكلور للكامفين هو toxaphenereg كمبيد حشائش وحشرات معاً ولكن تم منعه عام ١٩٨٢ من منظمة حماية البيئة EPA. أستعملت أيضاً مشتقات عديدة هالوجينية لحمض البنزويك كمبيدات حشائش ضعيفة التأثير مثل (dicamba) 3,6-dicholoro-2-methoxybenzoic acid.

I 1,8-cineole, **II** cinmethylin, **III** hypericin, **IV** delta-aminolevulinic acid

من ناحية أخرى وفى نفس قوة مركبات cinmethylin وجدت مركبات sesquiterpenoid lactone (artemisinin) من نبات *Artemisia annua* L.، وكذلك مركبات 2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin-3-one. وأيضاً يوجد المركب الضوئى الفعال hypericin (III) الذى ينتج فى الخلية النباتية والذى فى وجود الضوء يمكن أن يكون ساماً لكل الخلايا الحية.

عموماً بمعاملـة النباتـات بمولـد البـورفيرين الطبيعـى (IV) *d*-aminolevulinic acid أو بالمركـب المخلـق 2,2'-dipyridyl يمكـن أن يخلـق المركـب الـضوئى الفعـال البـورفيرين فيمـا يـسمى (*laser herbicide*). وتعمـل مبيـدات تجاريـة عديـدة علـى تـراكم مولـدات البـورفيرين protoporhyrin وهـى مولـدات الكلورفيـل الـضوئى والهـيم. لـذلك فالمركـب الطبيعـى ولـيس المخلـق لـه الـسمية الحـادة لأنـسجة النبـات، وسـبب عـدم تأثيرهـا ظاهريـاً أنهـا لـم تـصل للخلايـا الصحيحة بالكمية الكافية.

المشكلة لمثل هذه النباتـات التـى تنـتج مبيدات فعالـة phytotoxins فـى صـورتها الأصـلية، هـو النشاط الضعيف مقارنة بمبيدات الحشائش. هذه المشكلة المتوقعة لأن أنتـاج مثل هذه المركبات الفعالة سوف يتطلب حماية حيوية من مثل هذه السمية الذاتيـة. وقد رصـد فـى هذا المجال تحـول ميكروبى من عدم السمية فى التربة إلى حالة من السمية العالية للميكروبات.

٢- مبيدات الحشرات Insecticides:

نواتج النبات أثبتت على مدى التاريخ تـأثير مقـاوم للحشرات ومقـاوم لتغذيتها مثل pyrethroids ومنها مركبات مخلقة لها ثبات ضوئى أكثر فاعلية من الطبيعى. كما وجد أيضاً أسترات تربينـات مثـل pyrethrins. وبعـض هـذه النباتـات مكتـشف فـى أسـيا كمـسحوق الأزهـار الجافـة لــ *Chrysanthemum* species.

I camphene, **II** nicotine, **III** anabasine, **IV** rotenone

تربينويد الكامفين (I) فى صورته عديدة الهالوجين يعتبر مبيد حشائش ناجح ومن مخلوط بعض الأنواع ينتج مبيدات حشرية. بعض مثبطات نمو وأنشطة الحشرات مثل تربينات azadirachtin ومجموعة limonoid من عائلات*Meliaceae, Rutaceae* على الترتيب. يستعمل النيكوتين (II) والنورنيكوتين من محتويات *Nicotiana rustica* كمبيدات حشرية، ومشابهاتها neonicotine (III), anabasine من *Anabasis ahylla* فى روسيا. كما يوجد قلويد ryanodine من *Ryania speciosa* للذرة الأوربى، ومركبات مثبطات الضوء -furo quinoline, beta-carboline (dictamine, harmaline) عالية السمية ليرقات الحشرات فى ضوء الشمس. هذه القلويدات تقل كفاءتها ويقل أستعمالها لسميتها العالية.

فى ثلاثينات القرن الماضى تم تحضير فلافونويد rotenone (IV) من جذور نباتات *Derris, Lonchocarpus, Tephrosia* والذى يثبط تنفس الميتوكوندريا، وتمت دراسة علاقة أرتفاع المحتوى الفينولى فى أنسجة النبات بمناعة النبات ضد الحشرات وتثبيط النمو ومنع غذائها.

وكما يحدث فى النبات، فأن خلط delta-aminolevulinic acid (ALA) مع -'2,2 dipyridyl يسبب تراكم للتأثير السمى لمركبات البورفيرين الضوئية مما يسبب أبادة سريعة ليرقات حشرات عديدة بتعرضها للضوء. وأيضاً مسئولية البورفيرين والبولى أستيلين وتراكمه بمبيدات الحشائش عن طريق الضوء، هى نفس ما يحدثه من سمية حادة للحشرات.

يمكن أن يحدث التحكم فى الحشرات عن طريق آخر غير الموت السريع، مثل طرق منفرة للحشرات أو تغيير سلوك الغذاء والنمو والتبويض والتزاوج وسلوك الأنسلاخ وهو ما بدأ فى أستخدامه كمقاومة حيوية. فمعظم طاردات الحشرات تربينات متطايرة مثل terpenen-4-ol وبعض التربينات يعمل كجاذب لحشرات نافعة متخصصة. الجيرانيول على سبيل المثال يطرد الذباب بينما يجذب نحل العسل، وتوجد مركبات أخرى تعمل كمانعة لتغذية الحشرات مثل مركب sesquiterpenoid polygodial من نبات *Polygonum hydropiper*. السترويدات النباتية ecdysterone قريبة الشبه من هرمونات تبويض الحشرات تستعمل لمنع التزاوج، وتوجد تربينات أخرى بميكانيكيات غير معروفة لها دور كبير فى المقاومة. كما توجد العديد من التربينات النباتية التى تحاكى وتستخدم لتعقيم الحشرات.

٣- مبيدات الفطر Fungicides:

بدون جهاز المناعة لمقاومة الكائنات الدقيقة الممرضة، تعتمد النباتات على الحماية الكيميائية للمركبات الثانوية وتسمى phytoalexins. معظم هذه المركبات لها دور في الحماية ومنع أمراض النبات. والدلائل تؤكد أن بعض مبيدات الفطر المخلقة تحمى النبات بإثارة تكوين هذه المركبات فى النبات. تشمل هذه المركبات الأوليجوسكريد لجدر الخلايا والعديد من الأيزوفلافون مثل glyceollin, phaseolin, pisatin فى فول الصويا والفول. فى تطبيقات أوراق الأشجار لاكتون الفينولات juglone ، والتربينات أظهرت حماية أفضل لصدأ الفول عن مبيدات الفطر التجارية. فى البقوليات أظهر wyerone وهو ناتج مشتق حمض acetylenic acid مدى واسع للحماية ضد أمراض الفطريات فى المحاصيل.

٤- مبيدات النيماتودا والرخويات والقوارض Nematicides, Molluscicides and Rodenticides

النشاط المقاوم للنيماتودا غير معروف السبب ولكنه قد يرجع للمركب الضوئى α-terthienyl (III) فى عائلة *Asteraceae* (*Compositae*) المقاوم لنيماتودا الجذور. من النباتات الأخرى التى تنتج مثل هذه المركبات marigolds *Tagetes spp.*, rattlebox *Crotalaria spectabilis*, chrysanthemums *Chrysanthemum spp.*, castor bean *Ricinus communis*, margosa *Azardiracta indica*. ويعتبر الصابونين عالى السمية للقواقع، وأيضاً جلوكوسيد السيانوجين لحماية البقوليات من القواقع. بعض المركبات تنتجها النباتات تثبت فاعلية ضد القوارض مثل مركب (IV) strychnine وبعضها مشابهات الكومارين.

I pisatin, **II** juglone, **III** α-terthienyl, **IV** strychnine

عوامل تؤثر على أنتاج المبيدات الطبيعية:

المركبات الثانوية التى ينتجها النبات لها نشاط بيولوجى واسع حسب تنوع النباتات فى الحماية ضد الأمراض والتنافس المضمون الذى لا تحققه المركبات المخلقة. معرفة الحشرة التى يقاومها النبات له أهمية كبيرة فى توقع نوع الحشرات التى تتحكم فيها المركبات المستخلصة من أنواع النباتات. الفصل والتعرف الكيميائى للمركبات الفعالة الطبيعية من النبات بنشاطها الفعال يعتبر مجهود كبير مقارنة بتخليق مركب جديد معملياً.

بأعتبار أن هذه النواتج سوف تتداخل فى التفاعلات بين النبات والحشرة، فربما تكون طريقة الفصل العشوائى والتعرف والتقدير مؤثر فى أكتشاف المبيد. المركبات النشطة بيولوجياً غالبا ما يكون نشاطها لا ينطبق على نشاط النباتات المستخلصة منها. والكمية الضئيلة من المركبات الطبيعية قد لا تسمح بصورة عملية بأستطلاع نشاطاتها.

SYNTHETIC

synthesis → bioassay
↑ ↓
QSAR ← evaluation

NATURAL PRODUCTS

extraction → microbioassay → evaluation
↘ ↗ ↖ ↙ ↖
purification? further purification? → bioassay
↘ ↙ ↗
identification → synthesis and QSAR

Pesticide discovery strategy for synthetic versus natural products

عوامل كثيرة تحدد أنتاج وتسويق المبيد الطبيعى منها المنشورات المعلوماتية السابقة عن نشاطها البيولوجى، ولهذا فالمبيد المشابه المخلق بدون ذكر لمصدره قد يكون أكثر أماناً عن المصدر الطبيعى فى بعض المواقف وذلك لسابق دراسته. يراعى أيضا الخواص السمية والبيئية، فلا يكتفى بأنه طبيعى فأكثر المركبات سمية على الثدييات هى نواتج من نباتات طبيعية. فمستوى المركب الطبيعى فى البيئة عند تواجده بمستوى أعلى بكثير قد يكون له تأثير عكسى. وبوجه عام

فأن فترة نصف العمر للمركب الطبيعى أقل بكثير فى البيئة عن المبيد المخلق. الثبات القليل نسبياً يعد مشكلة للمركب الطبيعى لعدم وجود بقايا نشطة مؤثرة residual activity ، فالتحور الكيميائى قد يزيد من الثبات.

أستخلاص كمية كبيرة يسهل عمليات الدراسة والتقدير وكذلك التحورات الكيميائية وتفسير التركيب يحسن النشاط والسمية، كما قد يساعد فى تخليق مركبات أقتصادية. للأنتاج الأمثل تدرس أنواع النباتات التى تنتج أعلى مستوى وتنمى فى بيئة مناسبة. كما أنه لزيادة الأنتاج يمكن بوسائل التحور الجينى والهندسة الوراثية وطرق البيوتكنولوجى لإنتاج النواتج الثانوية. وتكوين المركبات فى زراعة الأنسجة بعد أختيارها وتقليل السمية الذاتية طريقة فعالة. كما إن الأمداد ببادئات مخلقة رخيصة ومنظمات نمو قد يزيد من التخليق الحيوى لهذه المركبات.

المبيدات الحيوية Pest control and Biopesticides

المبيدات البكتيرية بطيئة فى فعلها وغالية الثمن ولكنها تطورت حديثاً خلال شركة أيكوجين Ecogen Inc. عام ١٩٨٣ حيث تم تحضير مبيدات حيوية لمهاجمة حشرات budworm, bollworm عن طريق نقل جين من *Bacillus thuringiensis* لأحدى بكتريا التربة الطبيعية أو سلسلة *Pseudomonas* بالهندسة الوراثية والتى سوف تستخدم فى المستقبل لمواجهة حشرات متنوعة. تمت محاولات ناجحة لتقليل أستخدام المبيدات قامت بها شركة مونوسانتا Monsanto بتغطية البذور قبل زراعتها ببكتريا التربة المهندسة وراثياً، وشركة ميكوجين Mycogen التى أضافت بقايا مخلوط غير حى للبكتريا على أوراق بعض المحاصيل للحماية من تحليل السميات.

يفقد ما يقدر بثلث الأنتاج الزراعى لسبب حوالى ٢٠،٠٠٠ من أنواع الحشرات فى الحقل وأثناء التخزين. فلقد زادت الأفات الحشرية فى الأحصائيات من ٣٤،٩% فى ١٩٦٥ إلى ٤٢،١% عام ١٩٩٠ برغم المجهودات المبذولة للتحكم فى الحشرات والأفات الزراعية. فقد تبلغ الخسارة حوالى ٣٠٠ بليون دولار سنوياً، ويعنى هذا الفقد لمحاصيل الدول الفقيرة حوالى ٦٠-٧٠% من الأنتاج الزراعى. وعليه تمت دراسة للزيادة الملحوظة فى إستخدام المبيدات وما صاحبها من أضرار ناتجة من زيادة مقاومة الحشرات للمبيدات الكيماوية خاصة مع أستعمال تركيزات أعلى وتكلفة أكبر على جميع الدول. ففى جنوب آسيا، خلال عشر سنوات زاد عدد مرات رش القطن

بالمبيدات من ٥-٦ مرات إلى ١٥-١٦ مرة مما يجعل المحاصيل أقل عائد إقتصادى. ومن الأضرار الأخرى التأثير على الأتزان البيئى والتلوث البيئى للأراضى والمياه والهواء. والمشاكل الصحية نتيجة التسمم بالمبيدات والذى يصل إلى ٢٠,٠٠٠ حالة وفاة سنوياً.

وهناك أبحاث تتجه للقبول الأقتصادى لمحاور أخرى لأستخدام المبيدات الكيماوية التى أثبتت سميتها. من هذه المحاولات أستخدام المحاصيل المهندسة transgenic crops والتى تحمل جين أو جينات مقاومة للحشرات مشتق من *Bacillus thuringiensis* أو جين protease inhibitor (e.g. cowpea trypsin inhibitor gene) المشتق من البقوليات.

تستخدم تكنولوجيات متقدمة جديدة أخرى تحت الأستخدام أو فى طور التجربة مثل أستعمال كيماويات أقل ضرراً أو نواتج أقل سمية بيولوجية فيما يعرف بسياسة التحكم integrated pest management (IPM). فمن هذه السياسات المعروفة فى الوقت الحالى التحكم الحيوى biocontrol ومقاومة النبات العائل host plant resistance والمبيدات الحيوية biopesticide.

من المشاكل المطروحة فى هذه الطرق المتقدمة الأحتياج إلى وقت أطول والأستعمال المكلف لهذه الوسائل. لذلك فأن التفكير فى سياسات زراعية مقبولة تجعل التحكم فى تواجد الحشرات فى أقل مدى ممكن. كما إن دراسة الكثافة البيولوجية فى الأرض موقع الدراسة يساهم فى التعرف وأختيار الحلول المثلى للمقاومة.

المبيدات الحيوية التى تقاوم الفطريات أو الحشرات أو البكتريا أو الفيروسات هى مواد صديقة للبيئة وغير سامة وغير مكلفة. مفهوم biopesticides يشمل المعنى المتسع للتحكم الحيوى، بينما يعنى التحكم الحيوى للحشرات bioinsecticide الكائنات الحية الدقيقة والتكوينات المشتقة منها. يشمل التحكم الحيوى للحشرات bioinsecticide جراثيم بكتيرية وبللورات البروتين بالرغم من عدم قبول الجراثيم البكتيرية bacterial spores لتحملها الظروف المختلفة وبقائها فى التربة وضررها على البكتريا والحشرات النافعة فى التربة على مدى طويل. من الأبحاث الحديثة أن سلالات *Bacillus thuringiensis* Bt المفصولة تنتج بللورات بروتينية بدون أى شكل من الجراثيم. هذه السلالات تعد ذات أستعمال آمن على التنوع البيولوجى وتجاربها ناجحة لمحاصيل القطن والذرة وعباد الشمس والكرنب والقرطم.

التحكم الحيوى البيولوجى biological control يشمل تحرير كائنات ضارة للحشرات التى تقلل من المحاصيل الزراعية ومن هذه المواد الحيوية المستخدمة فى الهند Biogramma, Bioderma, Tricho, Biotit. بينما يعنى microbial biopesticides محاربة الآفات بواسطة البكتريا والفطر والفيروس والحيوانات وحيدة الخلية بأصابتها مباشرة أو تكوينها سميات متخصصة. من أمثلة ذلك أستعمال parasitoid wasp (e.g. *Epidinocarsis lopezi*) للتحكم فى حشرة cassava mealy bug، والأستعمال الناجح بشهادة الأتساع فى معظم الأسواق العالمية Bt *Bacillus thuringiensis* للتحكم فى diamondback moth (*Plutella xylostella*) المسبب الضرر للخضروات. ففى عام ٢٠٠٠ من الجهد المبذول لحماية المحاصيل ضد مدى كبير من الآفات ظهر الأستعمال الحيوى لـ Bt بنسبة ٩٠% من أجمالى سوق المبيدات الحشرية خاصة ١٦٠ مليون دولار من أستعمال Bt فقط. هذا المبيد الحيوى واسع المدى لحوالى ٩٠ نوع من الحشرات وفى أى وقت من الزراعة حتى قبل الحصاد. والذى يعتبر ذو أستعمال آمن للمنتجات من المزارع إلى الأسواق.

من المبيدات الحيوية الشبيهة أيضاً BtL *Bacillus thuringiensis israelensis* القاتل والمبيد للعديد من الأفات والمشتق من Diptera. كذلك المبيدات الحيوية من نيات النيم والتى أثبتت نجاحها وتنتج وتباع بأقاليم الهند وتنتجها العديد من الشركات الأمريكية.

التحكم بأستخدام الميكروبات مثل السلالات الفطرية *Trichoderma, Gliocladium* تم تجربته لحماية محاصيل الفلفل الهامة للتصدير فى أقاليم التاميل والكيرالا بالهند من أمراض quick wilt disease التى تصيب جذور الفلفل ويعرض النباتات للموت فى خلال أسابيع. هذه الدراسات المتقدمة فى أقسام البيوتكنولوجى خفضت من تكاليف المقاومة كما إنها حمت البيئة وحافظت على الأتزان البيئى.

من الممكن إستعمال أياً من هذه الوسائل المذكورة مع عمل تحضيرات من النباتات لحماية النباتات من الأفات المتخصصة والتى تصيب صنف بعينه دون الأصناف النباتية الأخرى. فحشرة ثقاب سيقان الأرز لا تصيب ولا تضع البيض فى القطن وكذلك دودة القطن لا تضع البيض فى ثمار الفلفل. هذه المعلومات المتخصصة تفيد فى أنتاج المبيدات الحيوية للنباتات والتى قد يعمل المبيد الحيوى فقط كمثبط للنمو أو مانع للتغذية أو طارد للحشرات بالنسبة للنباتات

الأخرى، وليس كمبيد حيوى قاتل للحشرة. أخيراً تمت دراسة بيانية لـ ٢٤٠٠ نوع نباتى تتبع ٢٣٥ عائلة نباتية تمتلك خواص التحكم ضد الحشرات تتباين من الطحالب الدقيقة إلى أشجار الغابات العملاقة ومن الحشائش إلى البقوليات.

على مدى التاريخ أستخدمت الشعوب مثل هذه النباتات السامة مثل الرومان أستعملوا الأعشاب البيضاء للتمويه *Veratrum album* للقوارض، والصينيون أستعملوا أنواع الدريس لمقاومة الحشرات، وأستعمل حشيشة الحمى *pyrethrum* كمبيد حشرى للفرس ونبات الدخان فى الشرق الأوسط. وفى الغرب تم أستخدام حشيشة الحمى والنيكوتين للتحكم فى الحشرات ولكن معظم هذه المبيدات الحيوية أكتسبت أهميتها من المبيدات المخلقة المتاحة لتقدم علم التصنيع الكيماوى النباتى agro-chemical industry بعد الحرب العالمية الثانية.

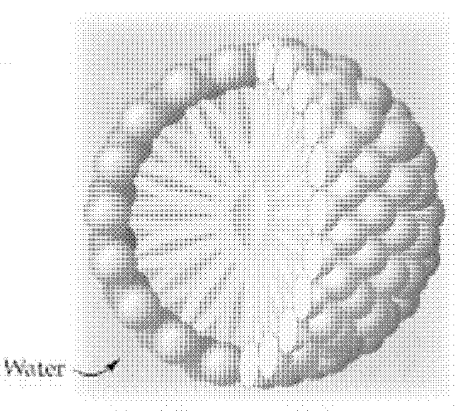
بعد المبيد الحيوى Bt ، جرت الأبحاث على فيروسات baculoviruses والتى لها خواص المبيدات الحشرية والتى أثبتت نجاحها كثانى مبيد حيوى واسع الأنتشار. هذا النوع ممرض ويقضى على العديد من الأفات ولكن لتخصصه فهو ينجح أكثر على القضاء على ديدان القطن.

البـــــاب الــــــرابــــع

المنظف الجديد للبيئة

بأشراف الجمعية الكيميائية الأمريكية ACS وفى معهد الكيمياء الخضراء توصلت العالمة كاثرين بارينت لعمل منظف للبيئة من كيماويات غير سامة يتم تكسيرها حيوياً بأسم simple green يشترك فى عدد من أساسيات الكيمياء الخضراء ويراعى فيه المذيبات الآمنة ومنع التلوث لما ناشد به أسبوع الكيمياء العالمى ٢٠٠٢ بأسم "*Chemistry Keeps Us Clean*". هذه النوعية من كيماويات السطوح تزيل الملوثات من الماء وتعظم من تأثير التنظيف بتقليل التأثير على الصحة والبيئة. وأشارت إلى إن أستعمال المذيبات القطبية يوفر تغير آمن للمذيبات الهيدروكربونية المتطايرة لنزع الشحوم والزيوت. وأعتبرت إن الماء من أكثر المذيبات المعروفة أماناً أفضل بكثير من المنظفات مثل bleach NaOCl, ammonia NH_3.

برغم من القاعدة "like dissolves like" القادرة على غسيل الشحوم والزيوت والتى لا تذوب عادة فى الماء. أكثر من الاعتماد على الذوبان فى المذيبات العضوية التقليدية فأن أستعمال هذا المذيب الآمن كمستحلب لنزع الأتربة من السطح ويعلقها فى المحلول المائى وكذلك للرؤوس المحبة للماء hydrophilic فى الخارج وفى الوسط توجد النهايات الكارهة للماء hydrophobic فى مظهر كروى. وفى النهاية يتم غسيل والتخلص من الأتربة والمستحلب ومن مثال ذلك ذوبان الزيت فى الماء.

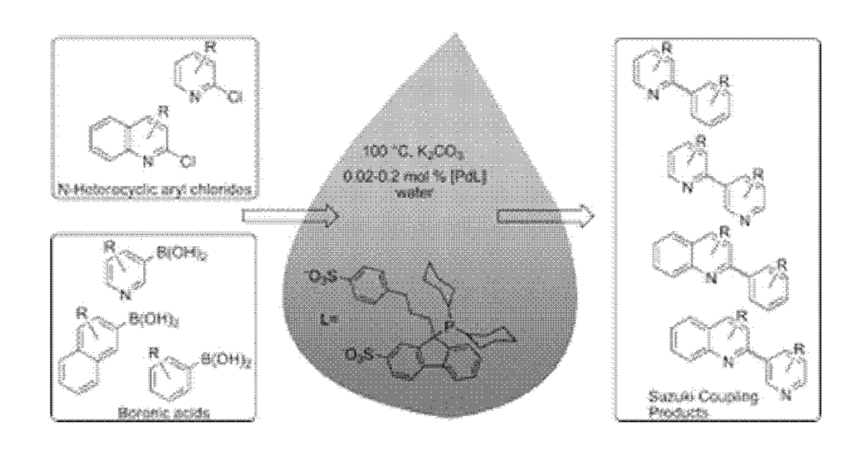


Micelle surrounded by water

كما فى الشكل يتكون Micelle من شكل كروى رأسه الأزرق المحب للماء على السطح وذيله البنى الكاره للماء للداخل.

تقوم هذه النـواتج البـسيطة أيضا بمنـع التلـوث بطـرق عـدة تـشمل تقليـل الفواقد مقارنـة بـالطرق الصناعية التقليدية. فبينما تذيل المذيبات العضوية الشحوم ومن ثم تتطـاير المذيبات ملوثـة البيئـة تاركة الزيوت المحتاجة للتخلص منها فى صورة فواقد صلبة. لهذا فأن هذا النظام الجديد - والذى يعطى تطبيقاً عملياً لأهمية علم الكيمياء الخضراء- يلغى الحاجة من تطاير المذيبات أو الفواقد الصلبة ويصبح المتبقى فقط مخلوط مخفف من الشحوم والمنظف يمكن التخلص منها بأمـان وكفاءة فى أحواض نباتية على سبيل الفائدة لعدم سميتها و سهولة تحللها حيوياً.
وتبـاع الـ simple green بصورة مركزة حتى يسهل التعامل معها أو تخفيفها بنسبة (١:٥٠) والأستفادة منهـا فـى وظـائف عديـدة. كمـا أن العبـوات يراعـى فيهـا أن تكـون بلاستيكية ويعـاد تصنيعها وقد تستخدم لأمانها فى أغراض أخرى.

كذلك هنـاك نـوع من المعقدات كشفت عنـه الأبحـاث حديثاً مثل -disulfonated phosphine palladium complex الـذى يـذوب فـى المـاء ويـرتبط بأحمـاض البـورون وكلوريـدات -*N* heterocyclic chlorides فى الماء كمذيب ومكوناً نواتج Suzuki-Miyaura coupling



الموجـــــــــــات الدقيقة (الميكروييف) و البيئة

قدمت الباحثة السعودية الزايدي (جريدة الوطن – مايو ٢٠٠٦) المتخصصة أبحاث تهدف لإنقاذ البيئة من الآثار المتصاعدة للصناعات الكيميائية. أبحاثها الجديدة التى تتعلق بعلم الكيمياء الخضراء، والذى عرفته بإنه علم حديث يهدف إلى إنقاذ البيئة من خلال بدائل ذات تأثير منخفض من أجل رفع الضرر عن بيئتنا التي يحاصرها التلوث من كل اتجاه. وأستخدمت الطرق الآمنة غير الملوثة للبيئة في محاولة جادة لإيجاد بيئة نظيفة خالية من الملوثات الكيميائية بالاستفادة من التقنيات المختلفة التي تتميز بأنها صديقة للبيئة.

الدكتورة الزايدي تمكنت في هذه الأبحاث من تطبيق تقنية الموجات الدقيقة (الميكروويف) على تفاعلات التكاثف وتفاعلات الإضافة الحلقية وتفاعلات الاستبدال النيوكليوفيلي. الخطورة الحقيقية للصناعات الكيميائية، دفعها إلى إعادة النظر لكل العمليات الكيميائية الصناعية في محاولة لتقليل آثارها السلبية لإبتكار وتصميم وتطبيق عمليات ومنتجات كيميائية تعمل على الحد أو التقليل من تصاعد المواد الضارة والملوثة للبيئة، بهدف الإقلال قدر المستطاع من تأثير العمليات الكيميائية وصناعاتها على التوازن البيئي، من خلال عدد من الإجراءات أبرزها الإقلال من النفايات، والتي تراكمت بفعل التفاعلات الكيميائية. لقد أصبح من الواجب على العلماء البحث عن تفاعلات أو طرق بديلة تضع في اعتبارها الإقلال من النفايات قدر المستطاع.

ويعبر عن الإقلال من النفايات في الكيمياء الخضراء ما يعرف بالإقتصاد الذري، والذي يعني إتمام التفاعلات بدون تكوين نواتج جانبية عديمة الفائدة. ويمكن تحقيق مبدأ الإقتصاد الذري عن طريق إتمام التفاعلات الكيميائية في الماء وفي وجود عوامل مساعدة صديقة للبيئة وكذلك الإقلال من استهلاك الطاقة. فإستهلاك البترول لإطلاق طاقة الاحتراق هو عبث بالطبيعة، خاصة مع ما يصاحب عمليات الإحراق من إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون والذي يعد أحد أسباب ظاهرة الاحتباس الحراري التي باتت تهدد الحياة على سطح الكرة الأرضية. وأيضا الاستفادة من الطاقة الكهربية. فهناك الآن إستخدامات عدة للطاقة الكهربية كوسيلة في الكيمياء الخضراء للتخلص من نفايات مركبات النيتريل العضوية بالإضافة إلى الطاقة الضوئية، من خلال الإستفادة من ضوء الشمس صديق للبيئة.

طبقت الباحثة تقنية جديدة تعتبر من أوائل الدراسات في المملكة العربية السعودية والعالم العربى وهي تقنية إستخدام الميكروويف في إجراء التفاعلات الكيميائية نظراً للاهتمام المتزايد بإيجاد طرق تحضير بديلة تعمل على الحفاظ على البيئة المحيطة من التلوث. ويحظى إستخدام الميكروويف في تحضير المركبات الحلقية غير المتجانسة باهتمام بالغ في الآونة الأخيرة لذا استهدفت دراسة تمهيدية لتحديد فوائد استخدام الميكروويف كمصدر للطاقة في تحضير المركبات الحلقية غير المتجانسة مثل مشتقات الكومارين ومشتقات البنزوكومارين المستبدلة في الوضع ٣ والمتوقع أن يكون لها تأثير فعال كأدوية وصبغات تستخدم في الصور ودراسة إمكانيّة إجراء هذه التفاعلات باستخدام أشعة الميكروويف وبالطرق الحرارية. ومقارنة كمية الناتج من التفاعل والزمن اللازم له باستخدام الطرق التقليدية للتسخين في وجود مذيبات عضوية والتسخين بواسطة المايكروويف في غياب المذيب أو وجود قطرات منه.

ولقد بدأ حديثاً إستخدام الميكروويف كطاقة إشعاع كهرومغناطيسى للتفاعلات الكيميائية ولاحظ العلماء عدة ميزات لهذه التقنية الجديدة، من ضمنها أن التفاعلات التي تحتاج إلى ساعات طويلة من التسخين في المذيبات العضوية أو لا تحدث على الإطلاق بالتسخين العادي يمكن إجراؤها في فرن الميكروويف في زمن لا يتجاوز دقائق معدودة في معظم الحالات. ويمكن إجراء التفاعلات العضوية بدون استخدام مذيب أو بإستخدام قطرات من مذيبات غير ملوثة للبيئة. تنتج المواد العضوية بهذه الطريقة بمردود أكبر ونسبة ناتج أعلى لذا فإنه يمكن إجمالاً القول إن التسخين في أفران الميكروويف يقتصد في استهلاك الطاقة والوقت واستخدام المذيبات مما يقلل من التلوث البيئي.

وكانت النتائج التي حصلت عليها الباحثة العربية باستخدام تقنية الميكروويف لإجراء التفاعلات الكيميائية حافزاً على تطبيق التقنيات الأخرى للكيمياء الخضراء وهذا ما سيتم تطبيقه على الأبحاث الجديدة تحت الدراسة، حيث تضمنت استخدام تقنية الموجات فوق الصوتية والسوائل الأيونية بالإضافة إلى تقنية الميكروويف . بالأضافة إلى إن إجراء التفاعلات بالطرق التقليدية تسبب إطلاق الغازات السامة وما تلحقه الأخيرة من أضرار جسيمة في البيئة، ووضع فلاتر للمعامل التي تنبعث منها غازات وأبخرة وغبار، ووضع ضوابط فى المستقبل على المركبات

التي يتم استيرادها لتكون صديقة للبيئة، وانتقاء الجهاز الأجود صناعيًا والذي يتميز بسمك جدرانه وذلك لتساهم في منع خروج الأشعة خارج الجهاز وتأثيرها على الجسم.

ولأشعة الميكروييف فوائد عديدة - كما ذكر فى الدوريات العالمية - فى عدم وجود المذيب كما فى حالة تخليق الكومارين coumarins من تكثيف ألدهيد السالسالدهيد ومشتقاته فى وجود خلات الأيثيل والببريدين.

1 + 2 → (piperidine) 3 a-l

	R^1	R^2	R^3
3a:	H	H	CO_2Et
3b:	H	H	COMe
3c:	H	H	CN
3d:	H	H	p-C_6H_4-NO_2

	R^1	R^2	R^3
3e:	H	OMe	CO_2Et
3f:	H	OMe	COMe
3g:	H	OMe	CN
3h:	H	OMe	p-C_6H_4-NO_2

	R^1	R^2	R^3
3i:	Et_2N	H	CO_2Et
3j:	Et_2N	H	COMe
3k	Et_2N	H	CN
3l:	Et_2N	H	p-C_6H_4-NO_2

+ 2 → (piperidine) 4 a-d

4a: R^3 CO_2Et; **4b**: R^3 COMe; **4c**: R^3 CN; **4d**: R^3 p-C_6H_4-NO_2

كما أن التكثيف لمركب 4-aryl-4-oxobutanoates مع فورمات الأمونيوم بواسطة الميكروييف يتم فى دقيقتين فقط وينتج 3-methylidene-5-phenyl-2,3-dihydropyrrolidones (Rao and Senthilkumar, *J. Chem. Sci.*, 2004).

وفى تخليق 2-substituted benzofurans من الأحماض الكربوكسيلية بأستعمال الميكروييف أمكن تحضير α–alkyl-2-benzofuranmethanamines بنـاتج كبيـر وبـدون تكـون مخلـوط راسيمى (Luca *et al.*, J. Org. Chem., 2007).

وكذلك فـى عمليـة أسـتلة الفينـولات acetylation of the deactivated and sterically hindered phenols التى تم منع نشاطها أو الأعاقة الفراغية لرموزها بأستعمال اليود كعامل مساعد (Deka *et al.*, Green Chemistry 2001). التفاعل يتم فـى عدم وجود المذيب وأنتـاج نـاتج كبيـر مـن الأسـيتات مـع تقليـل وقـت التفاعـل وكميـة النـاتج الكبيـرة مقارنـة بطريقـة التسخين فـى حمـام الزيـت حيث تعتبـر مـن الطـرق الأقتصادية والصديقة للبيئـة eco-friendly process.

الحماية الممكنة النظيفة للمجاميع الدالة فى طرق تخليق الجزيئـات العضوية هـى مفهوم الكيمياء الخضراء فى مثل هذه التفاعلات. فيجب تجنب العوامل المساعدة السامة والمذيبات بصورة عامـة والمجـاميع الثقيلـة التـى تقلل مـن كفـاءة الـذرات atom efficiency. هذه الطريقـة فـى الأسـتلة

طريقة خضراء آمنـة تتجنب المذيبات وتستعمل عوامل مساعدة متاحـة وآمنـة. وفـى هذا الرسم رموز لفينولات غير نشطة أو فى تركيبها عيوق فراغى يتم حدوث عملية الأستلة لها.

إستعمال طاقة الميكروييف فى الكيمياء التخليقية العضوية أصبحت طريقة شـائعة ومقبولـة للعديد من التفـاعلات. ومـن ميزات طريـق microwave-catalyzed reactions أنـها تجـرى بـدون مذيبات فهى طريقة آمنة بالمقارنة بطرق التسخين التقليدية. بالأضافة لتقليل زمن التفاعل وزيـادة كمية ناتج التفاعل.

وإضافة اليود العامل المساعد ذو الكفاءة بجانب أشعة الميكروييف ينجح من أستلة الفينولات التى لها نشاط منخفض أو المعاقة فراغياً فى تركيبها الكيميائى.

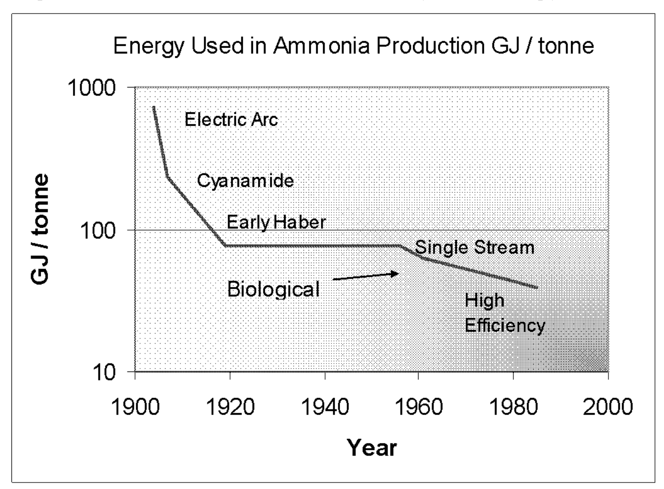
OH + → i → R

sterically hindered
or deactivated phenols

94 - 98 %

الفكرة فى هذه التفاعلات هو سلوك المواد فى مجال الميكروييف فهى قد تمتص أو تعكس الطاقة، أو قد تمررها. والقليل جداً من المواد تسلك سلوكاً واحداً مع طاقة الميكروييف حيث تلعب التركيبات الكيميائية والحالة الطبيعية للمواد دوراً هاماً. كما أن تردد الأشعاع وعمق أختراقه فى المواد يتعلق بالتركيب الكيميائى وليس صحيحاً أن سلوك الميكروييف فى تسخين المواد من الداخل للخارج فقط.

فى إنتاج الأمونيا على سبيل المثال تكون الحاجة الى كميات قليلة من الطاقة لتخليق sodium nitrite-ammonia طبيعياً. إحتياجات الطاقة المطلوبة تقل فى طرق catalytic Haber process . كما إن الكميات المتكونة زادت مائة مرة خلال عامى ١٩٣٠ الى ١٩٨٠، ومع هذه الزيادة فى الأربعين عاماً الأخيرة فان أحتياجات الطاقة نقصت لأقل من الطرق البيولوجية.



Hicksons Optical Brighteners OB (*S J Cook Green Chemistry, 1999, 6, G138*):

تتم هذه الطريقة فى الصناعة فى خطوتين نيترة وسلفنة ففى النيترة تستخدم كميات من حامض النيتريك كبيرة وفى السلفنة كذلك من الكبريتيك. والعيوب إن نواتج النيترو فينول سامة للمعاملات الحيوية للنبات. أما فى خطوة الأكسدة المصاحبة فالناتج قليل الكثافة وغالباً ما تتكون نواتج ملونة، وفى خطوات الأختزال والتكثيف التالية ينتج راسب من الحديد والناتج يكون قليلاً وإستعمال المركبات العضوية المتطايرة عالية التكلفة للأدوات والحاجة الى زيادة من cyanuric chloride والذى قد يضيف لوناً.

لذلك فأن طريقة Optical Brightener (OB) تحل كثيراً من هذه المشاكل ففى خطوة النيترة يتم تركيب وحدة للتخلص من الحامض قريبة من خطوة حامض الكبريتيك. وفى السلفنة يصبح المخذون قليل فى أنبوب التفاعل وقد يستخدم الزيت الأعلى كفاءة. أما فى خطوة الأكسدة المصاحبة يستعمل الأكسجين بدلاً من الهواء مما يفعّل الأستفادة من العوامل المساعدة ويقلل الطاقة والفواقد بنسبة ٥٠%. ويتم الأختزال فوق Pt والتكثيف يتم بطرق water base .

Optical Brightener

والنتيجة إنبعاث المركبات العضوية المتطايرة بنسبة ٩٩% وتقليل الطاقة المستعملة بنسبة ٣٣% مما يخفض التكاليف والأحتياجات للمعاملات الحيوية ذات الكفاءة.

والهدف يسهم فى تطبيق وإستخدام الكيمياء الخضراء فى كل نواحى الكيمياء وزيادة التحويلات الآمنة وتغيير المفهوم للفواقد والسمية والطاقة وأهمية هذه المفاهيم تماماً مثل أهمية الناتج ونقاوته. مفهوم الأعتماد على النواحى الأقتصادية فى الصناعة وتفعيل مثل هذه الأهمية فى حماية البيئة.

كيمياء الأكسدة النظيفة Green Oxidation Chemistry

الكيمياء الخضراء وكما نرى فى كل هذه الأمثلة تعمل فى كل المجالات فى خدمة البيئة. كما تعمل فى مجال التخلص من الملوثات والشحم والبقع الجزيئية stain molecules الملونة الغير مرغوب فيها. تسمى عملية التخلص الجزئيى من الألوان عملية التبييض bleaching كمثال المادة الفعالة الصوديوم هيبوكلوريت NaOCl لتبييض الملابس الملونة. كما يوجد الهيدروجين

بيروكسيد فـى صـبغات الـشعر لإضـفاء اللـون الأشـقر وأيـضاً يوجـد بيروكـسيد مخفـف ٣% فـى الأدوية. وتعرف الأكسدة بأنها فقد الألكترونات بعكس الأختزال حيث تحدث العمليتـان معـاً. كمـا تعـرف الأكـسدة بالحـصول علــى ذرات الأكـسجين أو فقـد ذرات الهيـدروجين والعكـس عمليـة الأختزال.

Oxidation of carbon $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

Reduction of nitrogen $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

لون المركب يعتبر خاصية طبيعية يسببها التركيب الكيمـائى للجزيئيات. وعندما يتغير التركيب الكيميائى بالعوامل المؤكسدة يتغير الخواص الطبيعيـة للون. تحليل الهيدروجين بيروكـسيد يشمل تكوين الشقوق الحرة والتى تؤكسد جزئيات أخرى لفقد الألكترونات وذرات الهيدروجين.

الكيميـاء الخـضراء هـو تـصميم لنـواتج كيميائيـة وطـرق تقلـل أو تنـزع أسـتعمال أو أنتـاج المـواد الخطرة. وعامل التبييض النظيف يشمل خلال هذا التعريف مـواد مـساعدة مختـارة وكفـاءة الطاقـة ومنـع التلـوث. ولقـد أكتـشفت فـى عـام ١٩٩٩ مـادة *tetraamido macrocyclic ligands* TAML كما فـى الرمز وهـى المـساعدة لأكسدة الهيـدروجين بيروكـسيد والتـى يشترك فـى عملهـا عنـصر أنتقـالى. هـذه المـادة تعتبـر صـديقة للبيئـة فـى طـرق التبيـيض تـصنع مـن عناصـر حيويـة طبيعية تقلل تكاليف الطاقة وتعمل على علاج التلوث.

فى المبيضات المحتوية على كلورين مثل الكلورين Cl2 والكلورين دايوكسيد ClO2 والـصوديوم هيبوكلوريت NaOCl تعتمـد الأكسدة علـى ذرات الكلـورين للمركبـات الملونـة، بعكـس الأعتمـاد على ذرات الأكسجين فى الهيدروجين بيروكسيد. لكن فـى تطبيقـات معينـة فـإن أضـافة الكلـورين تسبب تكوين مواد خطرة مثل dioxins.

فى الأكسدة الأختيارية للستيارين إلى الأسيتوفينون فى وجود Au-Pd catalyst وفوق أكسيد الهيدروجين فى supercritical carbon dioxide

O

Pd/Au/Al_2O_3

H_2O_2/scCO_2

R   R = H, 4-Me, 3-Cl, 3-NO_2 R

منتجـــــــات النفط و البيـــــــــــئة

مـا أكثر أحتمـالات إحتـواء منتجـات مثـل أحمـر الـشفاه وحتـى المنظفـات المـستخدمة فـي ماكينـات غسيل الملابـس، بـل والملابـس ذاتهـا وحتـى أجهـزة الكمبيـوتر وقطـع الـشوكولاتة، وصـولاً إلـى الأسمدة والمركبات الدوائيـة علـى مـستخرجات الـنفط. والواقـع أن المنتجـات القائمـة علـى مخلفـات النفط تكاد تشمل كل شيء تقريباً. وفي دولة مثل الولايات المتحدة الأميركية، حققت الاستخدامات النفطيـة فـي الأغـراض الأخـرى غيـر ذات الـصلة بـالوقود مـا يزيـد علـى نـسبة ٥% مـن إجمـالي استهلاك الـنفط خـلال العـام الماضـي وفقـاً للمعلومـات الـواردة مـن وزارة الطاقـة. وربمـا لا تبـدو النسبة كبيرة في عيون البعض، ولكن من يـصدق أنهـا تعـادل مليـون برميـل مـن الـنفط يوميـاً؟! إن فـي ذلـك مـا يكفـي لـشحذ همـة وعزيمـة وخيـال أجيـال جديـدة مـن العلمـاء والبـاحثين والأكـاديميين والعاملين في مجال الاستثمارات الصناعية، للبحث عن بدائل طبيعية وخالية من الـسموم للبتـرول بحيث تكون قادرة على سد حاجة المستهلك من هذه الصناعات.

وعلـى حـد قـول "بـول أناسـتاس" الإداري الـسابق لـدى وكالـة حمايـة البيئـة EPA، ومـدير "معهـد الكيمياء الخضراء" في واشنطن دي.سي. إن الذي كان يحدث سـابقاً فـي مـضمار الحمايـة البيئيـة، هو محاولـة "تنظيـف" المنتجـات والمصنوعات الملوثـة وتخليـصها مـن الـشوائب والـسموم العالقـة بها. أما هذه المرة، فإن الفكرة التي تعمل من أجلها "الكيمياء الخضراء" –على حد قول أناسـتاس- هي البدء بصناعة وتصميم منتجات خالية من التلوث البيئي منذ البداية. وتتلخص هذه المساعي

في إستبدال المكونات المشتقة من البترول، بمكونات طبيعية مستقاة من المواد والمنتجات الزراعية، كالقمح والبطاطا والبيوماس، أو زيوت الأزهار والخضر. ومن جانبه قال البروفيسور "جون وارنر" مدير البرنامج الوحيد لدرجة الدكتوراه في الولايات المتحدة كلها في مجال "الكيمياء الخضراء" بجامعة ماساشوستس، إننا بحاجة لابتكار نوع جديد من التكنولوجيا، بحيث تتمكن من تصنيع منتجات طبيعية تماماً ومماثلة للمنتجات المتوفرة حالياً القائمة على مشتقات النفط. وذلك هو التحدي الذي تواجهه هذه التكنولوجيا فى كل منتج من المنتجات النفطية المطلوب نسخها، عن طريق استخدام البدائل والمواد الطبيعية.

أما عن منتجات أخرى مثل الأصباغ والمنظفات، ومنتجات العناية الشخصية كالغسيل والشامبو وغيرها، فقد زارها إلهام الكيمياء الخضراء منذ مدة من الزمن. أبتكر "سكوت إيجايد"، مدير عام فى شركته AURO الأميركية لصناعة الأصباغ صناعة منتجاتها من الزيوت النباتية الطبيعية منذ بضع سنوات. أما منظفات الأواني المنزلية المصنوعة من مشتقات البترول، فقد بدأت الظهور لأول مرة خلال الحرب العالمية الثانية على حد قول "مارتن وولف"، مدير منتجات وتكنولوجيا البيئة لدى شركة (Seventh Generation) الرائدة في صناعة المنظفات الخالية من المواد البترولية. الذى يذكر إن الدهون الحيوانية والنباتية بدأ استخدامها كأساس لصناعات الصابون والمنظفات منذ بدايات القرن الماضي تقريباً. أى إن الذي يجري حالياً هو تصنيع المنتجات ذاتها، اعتماداً على المواد الطبيعية، في محاولة من المنتجين الجدد للاقتراب أكثر من الطبيعة ومحاكاتها.

أما التطور الأكثر حداثة في مجال "الكيمياء الخضراء"، هو تصنيع بدائل طبيعية للمنتجات البلاستيكية، الأكثر اعتماداً كما هو معروف، على مخلفات النفط ومشتقاته. على الرغم من أن فكرة تصنيع اللدائن باستخدام المواد النباتية، تعود إلى عقدي الثلاثينيات والأربعينيات من القرن الماضي، فإن الخطوات الفعلية الجادة لإنتاجها لم تتخذ إلا في عقد التسعينيات. ولذلك تكون اللدائن الطبيعية بالذات، هي المنتج الأكثر ارتباطاً باستمرار بجهود البحث العلمي لعدة عقود متتالية، دون انقطاع أو توقف.

هذا ولا يزال البحث متواصلاً في سبيل جعل اللدائن الطبيعية البديلة لنظيرتها البلاستيكية، مماثلة لها من حيث الديمومة والقوة والمتانة، بما يجعلها بديلاً فعلياً ومنافساً لها في ذات الوقت. وهذا هو الدور الذي يقوم به البروفيسور جيفري كوتس وزملاؤه الباحثون المختصون في مجال اللدائن الخضراء بجامعة كورنيل في إيتاكا بولاية نيويورك، حيث يعملون على المزج بين بروتينات فول الصويا والألياف الطبيعية - مثل تلك التي توجد عادة في الأناناس- بغية تقوية اللدائن الطبيعية، وإطالة عمرها وجعلها منافساً تجارياً لنظيرتها البلاستيكية. أما في معمل البروفيسور "وارنر" بجامعة ماساشوستس، فيجري تطبيق واجراء تجارب تكنولوجية مختلفة نوعاً ما، وذلك بمعالجة اللدائن الطبيعية القائمة على نبات القمح، بالأشعة فوق البنفسجية. والهدف وراء ذلك هو تقوية اللدائن وجعلها أكثر ديمومة، باستخدام خاصية الانكماش واللي معاً.

هذا ويتمتع البلاستيك الطبيعي بميزة مهمة، هي إمكان تحليله بمساعدة البكتيريا، إلى خواصه ومكوناته النباتية الأولى التي صنع منها، مما يعني إمكانية إعادة تصنيعه مجدداً في شكل البلاستيك الطبيعي الخالي من أي ملوثات بيئية. وبالمقارنة فإن تنقية البلاستيك الصناعي كيميائياً هي عملية معقدة وباهظة التكلفة. كما أن معالجته، عادة ما ينتج عنها منتج أقل جودة عند إعادة التصنيع. كلها محاولات لإعادة اللدائن إلى أصلها النباتي الذي نشأت منه، شريطة أن يتم ذلك بأقل تكلفة ممكنة، وبما يخدم واجب حماية النظم البيئية والحفاظ على توازنها واستمرارها في دعم الحياة على كوكب الأرض. وخلاصة الفكرة إذن هي الحد من مخاطر التلوث البيئي، الناجم عن الاعتماد المفرط على مشتقات ومخلفات النفط.

أعادة التدوير Recycling

أعادة التدوير هو حل للفواقد الصلبة وهو سلسلة بداية من تجميع المواد القابلة للتدوير والتى بدون هذه الوسيلة تعتبر فواقد. والتى يمكن تصنيفها وتدويرها لموادها الخام مثل الفيبر وتصنيعها فى نواتج جديدة. وخطوات هذه العملية تبدأ من التجميع Collecting التنوعات المختلفة للفواقد عن طريق جمع القمامة ومركز المواد القديمة وبرنامج أعادة العبوات. بعد ذلك ترسل لتنويعها وأعدادها للتصنيع. خطوة التصنيع Manufacturing تلى عملية التنظيف والكثير من المنتجات كلها أو جزء منها محتوياته معاد تصنيعها. هذه النواتج مثل ورق الصحف والمناديل الورقية والألمونيوم والبلاستيك وعبوات المياه الغازية والعبوات المعدنية و العبوات البلاستيكية

للصابون. كما تستعمل فى أسفلت الطريق ومقاعد الحدائق وكبارى المشاة. خطوة بيع النواتج المعاد تصنيعها Purchasing Recycled Products ينجحها كل من الحكومات والقطاع الخاص والمستهلكين. فالمصانع سوف تستمر فى أنتاج نوعية عالية من المنتجات المعاد تصنيعها بوعى المستهلك وزيادة طلبه على المنتجات التى تحمى البيئة.

من الناحية الأقتصادية وفى عام ١٩٩٩ حمت هذه الصناعة ٦٤ مليون طن مواد من دفنها، وتبلغ نسبة المواد المعاد تصنيعها ٣٢,٥% من الفواقد فى الولايات المتحدة. تزداد الأستفادة من أعادة تصنيع بعض المواد مثل الورق الذى يبلغ المعاد تصنيعه ٥٢%، عبوات المياه الغازية ٣١%، ٤٥% من العبوات المعدن، ٦٣% من العبوات الستيل. وفى عام ٢٠٠٥ بلغت عدد المواد المعاد تصنيعها ٥٠٠، وفى ٢٠٠٦ حوالى ٨٦٠٠ برنامج لتصنيع مثل هذه المواد فى العالم.

كذلك مشتقات مثيل الأستر للأحماض الدهنية غير المشبعة تستخدم المادة المتجددة renewable raw materials المثيل أكريلات فى الصناعات الكيميائية لتحضير البوليمرات monomers والمركبات الوسطية للمنظفات.

cross-metathesis
renewable raw materials
monomers
detergents

وللمواد المعاد تكوينها recyclable materials والمتجددة لها دور فى تفاعلات الألدول وإدمصاص L-proline- or H-Pro-Pro-Asp-NH$_2$ على سطح سليكا جيل محورة بسائل أيونى معاد تكوينه.

CO$_2$H
N-H
or
H-Pro-Pro-Asp-NH$_2$
BF$_4$
linker
Si–OMe
SiO$_2$
Ar
OH
or

البـــــاب الخـــــامـــس

البيئة وممالك الحياة الطبيعية Kingdoms of Life

لمئات السنوات قسم علماء البيولوجيا الكائنات الحية إلى مملكتين النباتية والحيوانية. ومع تقدم الميكرسكوب، العديد من الكائنات ظهر أنها لم تتبع أياً منه المملكتين. فالبكتريا لها تركيب خلية يسمى prokaryotic لا تحوى غلاف للنواة وبعض الأجزاء الداخلية فلا تتبع النبات أو الحيوان. حديثاً وفى عالم اليوم توجد تقسيم لستة ممالك هى:

Archaebacteria, Eubacteria, Protista, Fungi, Plantae, and Animalia.

للأختلافات الكيمياحيوية توجد البكتريا فى مجموعتين الأولى منها تعيش فى بيئة صعبة يندر فيها وجود الأكسجين وهى مجموعة *archaebacteria*. بقية المجموعات الأربع الأخيرة تمتاز بتركيب خلية eukaryotic تحوى أنوية وكلوروبلاست للبناء الضوئى وميتوكوندريا معمل الطاقة. تحوى المجموعة الأولى منها *protista* الخلية الوحيدة أو البسيطة مثل algae, protozoa بعكس التركيب للخلايا العديدة للمجموعات الثلاثة الأخيرة. الأختلاف بين هذه المجموعات الثلاث فى التغذية فالفطر تفرز الأنزيمات الهاضمة ثم تمتص بعد ذلك العناصر الغذائية، والنبات يستعمل الطاقة الضوئية من photosynthesis لتحويل جزئيات الغذاء الى تركيب أبسط ، والحيوان يهضم الغذاء قبل أن يستفيد منه داخل أنسجته.

Ecosystem & physical environment

الكائنات الحية التى تعيش على الأرض تغير تركيب الغازات للغلاف الجوى وحرارة الأرض وكفاءة أعادة تدوير الفواقد. تعمل الكائنات الحية على تثبيت البيئة فى ميكانيكية متناسقة homeostatic mechanism كما يوضح علماء الكيمياء والبيولوجيا. ثبات حرارة الأرض برغم سخونة الشمس يرجع لمستوى CO_2 فى الغلاف والذى يتحول بالطاقة الشمسية إلى $CaCO_3$ لغلاف الكائنات البحرية (photosynthetic plankton). وبموت هذه الكائنات يقبع غلافها بقاع المحيط مكونة limestone ويتم التخلص من ثانى أكسيد الكربون. ولذلك فالبيئة تحور الكائنات بالبيئة الطبيعية والكائنات تحور البيئة فيما يعرف بـ Gaia hypothesis.

فقد التنوع البيئى Biodiversity للكائنات الحية

فقد التنوع البيئى Biodiversity تعتبر واحدة من أكبر المشاكل البيئية التى تواجه البشرية لإختلال التنوع البيولوجى بين الكائنات الحية. فإعتماد الغذاء والدواء والحماية والملبس بصورة مباشرة على التنوع بين النبات والحيوان والفطر والكائنات الدقيقة، لذلك ففقد هذا التنوع يؤثر على الأستمرار الطبيعى للحياة على سطح الأرض. معدل أنقراض rate of extinction الكائنات من على سطح الأرض من طيور أو ثدييات خلال الثلثمائة عام الماضية بلغ ١٠٠-١٠٠٠ مرة مقارنة بالتاريخ القديم. وفقد ما يزيد على الألف نوع بقطع وتحطيم الغابات والأشجار الأستوائية. وخلال العقود القادمة قد يفقد حوالى خمس الأصناف الحالية مما سيغير من طبيعة الحياة على الأرض. هذا الفقد فى التنوع البيئى غير عكسى ويجب أن ندرك أن هذه الكائنات سوف لا تجدد نفسها. ولسوء الحظ أننا مازلنا نعرف القليل عن علم التنوع البيولوجى على سطح الأرض والتصنيف الحالى يشمل فقط حوالى ١,٧٥ مليون نوع من الكائنات.

عدد من هذه الكائنات (نباتات وطحالب وبكتريا حوالى ٣٠٠,٠٠٠ نوع) تستطيع الأستفادة بجزء قليل من طاقة الشمس بالتخليق الضوئى وتحولها إلى روابط كيميائية تستفيد منها فى أنشطة حياتها. آلاف من الكائنات الخاصة تنتج غذائنا وفى حالة فهمنا لخواصها قد تنقذ الكثير من الجوعى على سطح الأرض. كائنات أخرى تمثل الدواء لنا تخدم المصانع الحيوية الطبيعية. وتنوع النباتات يرتبط بتنوع دفاعات كيميائية تحميها وممكن للأنسان أن يستفيد من هذه المواد الكيميائية. كذلك نباتات يمكن أن تكون مصادر للزيوت والشموع والألياف فى الصناعات المتقدمة. كما أن بعض الكائنات يمكن أن تكون مصادر للجينات فى الهندسة الوراثية للتمكن من حدوث تحورات وراثية دقيقة لها عن ذى قبل. هذا كله بالأضافه لقيمتها الأقتصادية التى تمد بخدمات ecosystem services مما يحمى سطح التربة وتنظيم الدورة الطبيعية للمياه والمناخ وأمتصاص الملوثات.

لذلك فأن هذا الفقد سوف يضر بأستفادتنا بمثل هذه الكائنات التى تشاركنا الحياة على الأرض، ويصعب من أصلاحنا للنظام البيئى ويجعل من الحياة على الأرض أقل متعة وجاذبية للأجيال القادمة.

ويجدر بنا أن نشير للمنظمة البيئية Greenpeace الأكبر عدد من المؤيدين فى كل العالم والمكاتب الأقليمية فى ٤١ دولة فى أوربا وأمريكا وآسيا والباسيفيك. تأسست فى أمستردام بهولندا ١٩٧١ وهى غير حكومية تتبع للأمم المتحدة. تشارك فى مؤتمرات البيئة الدولية كما فى مؤتمر الأرض فى ريو ١٩٩٢، مؤتمر الأرض جوهانسبرج ٢٠٠٢. وكمنظمة عالمية بأحتياجات كوكب الأرض من التنوع البيئى والبيئة وتعمل على وقف التغير المناخى وتحمى المحيطات وتوقف اللعب بالجينات والتهديدات النووية كما تعمل على نزع الكيماويات السامة.

الغريب فى هذه المنظمة أنها أنشئت بمجموعة نشيطة فى قارب صيد قديم أرادوا دليل ليقدموه للمعمل النووى الأمريكى لعمل الأختبارات تحت الأرض بجزيرة صغيرة على الساحل الغربى لألاسكا. أنفجر القارب بعد أعتراضه وتوقفت الأختبارات النووية العام التالى. المجتمع النشط لهذه المنظمة ووسائل الأعلام أظهروا هذا الحدث للعامة وبالتعاون المثمر مع الحكومات جذبوا أهتمام الأذاعات وغيروا طريقة الدفاع عن البيئة. وضعت هذه المجموعة قوارب صغيرة مسطحة بين سفن صيد الحيتان الضخمة لمعارضة الصيد وتوضيح تسرب السميات للمحيطات. وهكذا فى عام ١٩٨٧ نظموا مظاهرة سفن سلمية من نيوزيلندا لجزيرة موروروا لمعارضة الأختبارات النووية الفرنسية. وبعد الوصول لأوكلاند بثلاثة أيام فجر القارب الرئيسى بفعل فاعل، ونالوا تعويض بعدها بعامين يقدر بثمانى ملايين دولار للأنفاق على الآثار النووية والتلوث بالمحيطات.

إعادة تدوير المواد بالبيئة Biogeochemical cycles

على غير ما يحدث من أستخدام الطاقة بالكائنات الحية، يتم تحويل المواد التى تكونها الكائنات الى البيئة غير الحيوية abiotic environment أو الكائنات الأخرى biotic matter. فالمواد المستعملة بالكائنات لا يمكن أن تفقد بل أنها تعاد تدويرها داخل الأنظمة المختلفة فى دورات للكربون والنتروجين والفوسفور والماء. هذه الدورات مهمة للكائنات لتكوين المركبات الكيميائية للخلايا وعدا الفوسفور فيسهل لطبيعتها الغازية تدويرها فى الغلاف الجوى.

سوف نستعرض دور بعض العناصر الهامة وكيفية تأثير التلوث البيئى على الدورات الطبيعية لهذه العناصر:

أولاً دورة الكربون:

تحوى المركبات الأساسية للحياة مثل البروتين والكربوهيدرات وجزيئات أخرى كلها على عنصر الكربون. حيث يوجد الكربون بنسبة ٠,٠٣ % من غازات الجو فى صورة ثانى أكسيد الكربون. ويذوب ثانى أكسيد الكربون متحولاً فى مياه المحيطات إلى كربونات وبيكربونات. وفى التمثيل الضوئى photosynthesis تحول النباتات والطحالب وبعض البكتريا ثانى أكسيد الكربون إلى سكر الجلوكوز ثم إلى مركبات أخرى. هذه المركبات عادة ما تستعمل كطاقة لتنفس الخلية cell respiration للكائن أو مستهلكه وتحويله إلى ثانى أكسيد كربون الذى يرجع للجو مرة أخرى.

وقد يتم تخذين الكربون فى أخشاب الأشجار بكميات كبيرة والتى تكون بحرقها مصدراً للفحم. والزيت أيضاً تكون فى أحقاب جيولوجية من الكائنات البحرية وتسمى الفحم والزيت والغاز الطبيعى fossil fuels من بقايا الكائنات القديمة. عملية الأحتراق combustion تعيد الكربون من الجزيئات العضوية بالأكسدة مرة أخرى للجو. ومع إزدياد عملية أحتراق الأخشاب فى التصنيع تم إنتاج ثانى أكسيد الكربون بسرعة أعلى من دورة الكربون الطبيعية مما يسمى global warming. مما يسبب مشاكل للزراعة والكائنات الحية ومستوى البحار وموت الغابات.

ثانياً دورة النيتروجين:

النتروجين لأنه أساسى فى الجزيئات الحيوية مثل البروتين والأحماض النووية فهو أساسى لكل الكائنات. حيث يوجد بنسبة ٧٨% نتروجين فى غازات الجو ولكن يلزم تكسير الرابطة بين الذرتين لأستخدامه. تمر الدورة بخمس خطوات تقوم بها البكتريا عدا الخطوة الثالثة للأمتصاص بجذور النبات fixation, nitrification, assimilation, ammonification, denitrification

الخطوة الأولى يتم تثبيت النتروجين وتحويله من N_2 إلى أمونيا NH_3 ببكتريا مثبتة النتروجين cyanobacteria فى الأحياء المائية. تتم العملية فى غياب الأكسجين بجانب جذور النباتات كبكتريا الريزوبيم العائل للبقوليات. النيترة (الخطوة الثانية) تحول الأمونيا الى نتريت بواسطة

Nitromonos, Nitrococcus ثـم نتـرات ببكتريـا التربـة Nitrobacter. خطـوة الأمتـصاص (الخطوة الثالثة) بجذور النبات تتم للأمونيا أو النترات وتحولها لمركبات هامـة للنبات أو الحيوان الذى يتغذى عليه. تحويل المركبات الحيوية فى الخطوة الرابعة إلى أمونيا مرة أخرى مثل اليوريا فى البول أو حمض اليوريك لبقايا الطيور حيث يتحلل منتجاً الأمونيا بواسطة البكتريا. أما أختزال النترات الى غاز نتروجين فهو الخطوة الأخيرة لأعادته للجو ببكتريا غير هوائية.

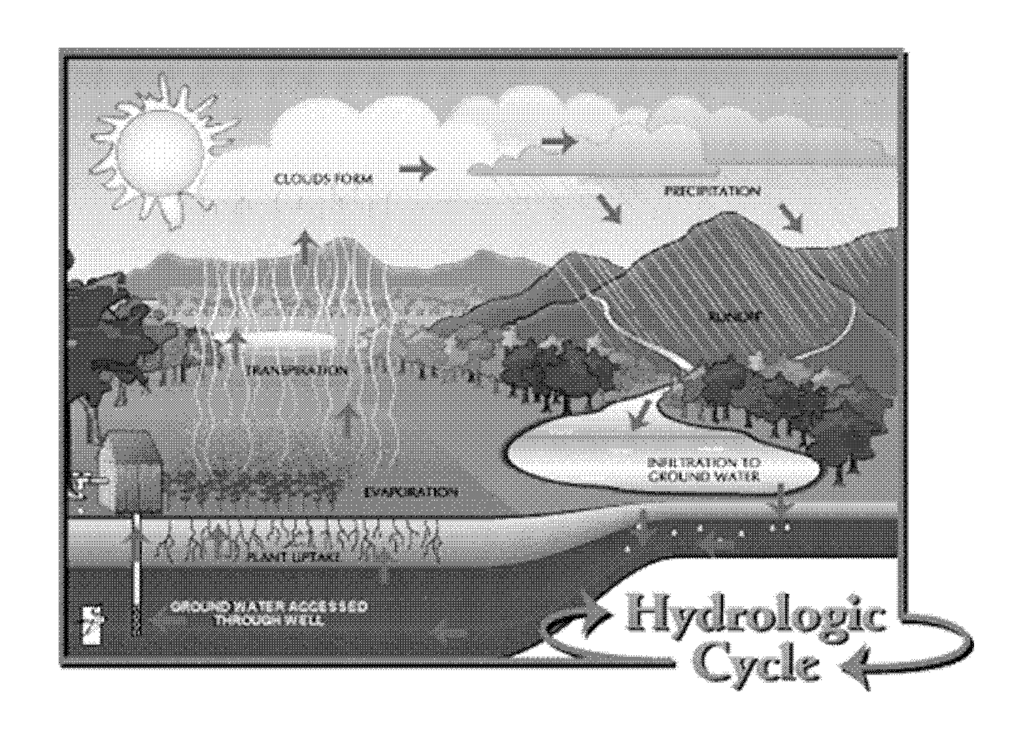
لذلك فأن أضافة الأمونيا أو النترات كأسمدة نتروجينيـة ممكن أن يسبب مشاكل فـى نوعيـة المـاء حيـث يتجـه الزيـادة منـه للأنهـار والبحيـرات عنـد سـقوط الأمطـار ممـا يزيـد مـن نمـو الطحالـب ويستهلك الأكسجين الـذائب مـسبباً أختنـاق الأسـماك. أو قـد تلـوث زيـادة الأسـمدة الميـاه الجوفيـة كمصدر للشرب مسببة خطورة كبيرة للأطفال خاصة.

ثالثاً دورة الفوسفور:

الفوسفور لكونـه لـيس غـاز تكـون دورتـه مـن الأرض وترسـيبه فـى المحيطـات ثـم لـلأرض مـرة أخرى خلال جريان الماء حاملاً الفوسفات غير العضوى. حيث يمتص النبات الفوسفات مـستخدماً أياها فى تكوين الأحماض النووية ومن ثم الحيوان أيضاً المتغذى على النباتات. والفوسفور خـلال الطحالب تتغذى عليه الأسماك والأحياء المائية وبالتالى يصبح الفوسفور غير العضوى متـاح فـى المياه. وعند تدخل الأنسان يحدث فقد للفوسفور من التربة فتتغذى القطعان على بعض بقايـا الـذرة والبقية قد تلوث الأنهار كما حدث فى نهر المسيسيبى مسببة المشاكل العديدة. وكذلك زيادة إضـافة الأسمدة الفوسفاتية تؤثر أيضاً فى تلوث الأنهار.

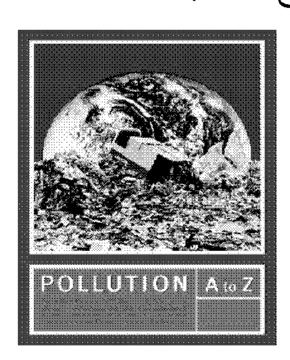
رابعاً دورة الماء:

دورة الماء تحدث باستمرار من المحيط للجو بـالتبخير، ثـم لـلأرض ثـم المحيط (runoff) ليمدنا بالمـاء المتجدد للتربـة باستمرار فيمـا يعرف hydrologic cycle. المـاء أيضاً قد يسرى خـلال التربة والصخور مكوناً ground water. وفى صورة ترسيبية قد يتحول الماء من الأمطار للثلج للمحيطات والأنهار والبحيرات وتبخره مرة أخرى كسحب بـالجو. ومـن ثـم فـأن كميـات هائلـة مـن الماء تعاد تدويرها بين الأرض والجو وحوالى ثلاثة أرباع هذه الكمية تدخل المحيط مباشرة.



تلوث الهواء و الماء و التربة Air, Water, Soil pollution

كما إن للبيئة تحدد مسار دورات العناصر الهامة فى الطبيعة، كذلك فأن نشاط الأنسان يؤثر فى البيئة. فى الستينات فى أحدى المدن الصناعية بولاية Tennessee رصدت أكبر كمية تلوث للهواء لوجود الجبال حولها ودورها فى حفظ الملوثات فى المدينة. الآن وبعد سنوات أصبح الهواء نظيف للمدينة التى يبلغ عدد سكانها ٢٠٠,٠٠٠ وذلك بسن قوانين الأنبعاثات ومحاولات تغيير الهواء مع وضع فلاتر الغازات الكبريتية. منظمة National Air Pollution Control Association منحت هذه المدينة المركز الأول فى الهواء النظيف بالولايات المتحدة. وهذا المثال بالحقيقة كان مشجعاً لمدن أمريكية كثيرة أن تتبع قياسات ملوثات الهواء من منظمة حماية البيئة EPA خاصة لتأثيرها على الصحة والبيئة. الهواء الجوى به طبقة الغازات الغير مرئية التى تغلف الأرض وتحوى ثانى أكسيد الكربون الذى يستفيد به النبات بالبناء الضوئى وإنتاج الأكسجين الهام فى هدم الغذاء وأنتاج الطاقة.



تلوث الهواء يشمل الغازات والسوائل والمواد الصلبة الموجودة فى الجو بكميات تضر بالأنسان. الملوثات تنتج من مصادر طبيعية كحرائق الغابات والبراكين والكثير من أنشطة الأنسان فى المدن والتى تزيد التلوث. ملوثات الهواء الأولية هى الكيماويات الضارة التى تدخل مباشرة فى الأتموسفير مثل أكاسيد الكربون والنتروجين والكبريت وجزئيات (الأتربة والرصاص وحمض الكبريتيك والهيدروكربونات مثل الميثان والبنزين). أما ملوثات الهواء الثانوية فهى الكيماويات الضارة التى تنتج من مواد أخرى تنبعث بتفاعلات كيميائية فى الأتموسفير مثل الأوزون (photochemical oxidant) وثالث أكسيد الكبريت.

أما تعبير التلوث الضوضائى Noise pollution فهو الصوت المسبب بالأهتزازات العالية غير المقبولة والضارة فى الهواء الذى يصل للأذن منبهاً السمع. معظم هذه الضوضاء التى تنتج فى البيئة من عمل الأنسان كوسائل المواصلات والقطارات والبواخر والنقل الثقيل أمثلة من الملوثات السمعية. كما يوجد داخل المنزل الغسالة وغسالة الأطباق والتلفزيون والأستريو ومطحنة الفواقد. يعبر عن كثافة الصوت بمقياس decibel (db) مقارنة بالصوت غير المسموع للأذن البشرية مع الوضع فى الأعتبار وجود خلفية للصوت أثناء اليوم تساوى ٥٠ وحدة.

تلوث الماء والتربة فى العديد من المدن أخذ الكثير من الأهتمام والمحاولات تجرى للتخلص من الملوثات مثل الفواقد العضوية التى تتحلل بيولوجياً. لكن المواد النتروجينية والفوسفورية غالباً ما تترك فى المياه المهملة مسببة مشاكل أذا ما تم التخلص منها فى البحار أو المحيطات أو الأنهار. أستخدمت أحدى مدن ولاية كاليفورنيا معاملة المياه المهملة والمفقودة wastewater بزراعة بعض نباتات المستنقعات التى تمتص الملوثات. ثم مرور المياه بعد ذلك خلال مركز معاملة حيث يدخل فيه الكلور chlorinated لقتل البكتريا ثم نزع الكلور وأخيرا صرف المياه داخل بحيرات. والآن يوجد ٤٠٠-٥٠٠ مكان بالولايات الأمريكية لتنقية المياه المهملة wetlands.

أنواع ملوثات الماء تتضمن المرسبات sediment التى تأتى من جزئيات التربة، وقاذورات البالوعات sewage والصابون والمنظفات، والكائنات التى توجد فى الماء مسببة أمراض، وبقايا الطحالب والنباتات غير العضوية والأسمدة، والمركبات العضوية المخلقة والسامة صعبة التحلل بالكائنات الدقيقة، والكيماويات غير العضوية مثل المعادن الثقيلة كالزئبق والرصاص، والمواد المشعة من التعدين ومن معاملة المعادن المشعة، والملوثات الحرارية التى تنتج بالماء الساخن ومن خلال العمليات التصنيعية.

التلوث ليست بالضرورة مشكلة الدول الصناعية وحدها، و لكن الهند على سبيل المثال من الدول النامية المستهلكة للصناعات المتقدمة تعانى من التلوث المائى الضار على الصحة والمؤثر على الأقتصاد. وبالتقدم الصناعى الذى تتبعه الزيادة السكانية التى تساهم فى التلوث البيئى حيث تزيد معدلات التلوث فى بعض المدن الهندية عن غرب أوربا وأمريكا حسبما تذكر منظمة الصحة العالمية WHO. ففى الهند تمت مراجعة العديد من القوانين لتساهم فى حل المشاكل البيئية ومنها تلوث المياه لمحاولة منعها والسيطرة عليها.

حوالى ٢% من تعداد السكان يعتمد على المياه الجوفية المخزونة وهو ما يعنى التأثر بكل ما يلوث سطح التربة وأحتمال أختلاطها بمياه المجارى مما يضر بالمعدل الآمن لهذه المجتمعات. وحيث لا توجد مناطق معزولة فتأثير التلوث السطحى للتربة والمياه نتيجة للأنشطة المختلفة للإنسان يؤثر على حوالى ٥٠-٧٠% من الأنهار ومجارى المياه. القوانين على المصانع والشركات غير كافية وحدها لحل المشكلة ومنعها. أضرار كثيرة تتأثر بهذه المشكلة وتضر بصحة الأنسان التى تهتم بها World Health Organization. أمراض الكوليرا والتيفود والكبد توجد أينما وجد التلوث البكتيرى والبيولوجى والتلوث الكيميائى الناتج من المعادن الثقيلة والنواتج العضوية صعبة التحلل الحيوى.

الأصابة بالأسهال فى الكثير من هذه المناطق من الأدلة بوجود مشكلة فى معالجة المياه وحمايتها. المشكلة الصحية تتبعها نفقات باهظة للعلاج بالمستشفيات وأدوية وأهتمام طبى وفقد ساعات الأنتاج. إلا أن التلوث المائى يضر بالبيئة المائية aquatic life ككل من أسماك وأحياء مائية فى البحيرات والأنهار. ولعل من الأمثلة الواضحة تأثر البيئة الجميلة للبحيرات الطبيعية والتى كانت حتى عهد قريب تجذب كافة السياح، تأثرها بالمياه المفقودة من القوارب المنزلية والفنادق. حيث تؤثر هذه المشكلة على إنتاج المحاصيل وتحطيم البيئة الطبيعية للبحيرات السياحية.

منذ حوالى المائتى عام لم توجد هذه المشكلة على الأطلاق إلى أن بدأت الثورة الصناعية وإنشاء المصانع على ضفاف الأنهار. وحدث الجذب للعمالة البشرية من القرى والزيادة السكانية

للمناطق الصناعية ساهم فى رفع مشكلة تلوث الأنهار والبحيرات والمياه السطحية. مما جعل السلطات والحكومات تسن القوانين لقياسات منع التلوث فى هذه المصانع فى السنوات الأخيرة للقرن الماضى. التوقع للمستقبل القريب هو زيادة المشاكل الخاصة بتلوث المياه فى الدول النامية عن الدول المتقدمة. والأفكار الجديدة فى هذا المجال هى إنشاء مصانع على ضفاف الأنهار تعمل علـى تـوفير الأحتياجـات المائيـة الملوثـة مـن الفواقـد البيئيـة المحيطـة لأسـتخدامات المـصانع وتصريف المتبقى Discharge للأنهار مرة أخرى.

تكمن الأهمية بالتحكم فى مشكلة التلوث المائى فى الأهتمام بصحة الأنسان على مستوى العالم. فمنظمة WHO أوضحت أن نجاح التحكم فى هذه المشكلة فى وجود وثيقة عالمية للتحكم فى مشكلة تلوث المياه وسن القوانين الملائمة على مستوى دول العالم. فى الهند أهتمت هيئة عامة بمثل هذه القوانين فى عام ١٩٦٢ ومنها تأسس مجلس Prevention of Water Pollution Board. وكان من أهداف وثيقة منع والتحكم فى تلوث المياه فى الهند ١٩٧٤ فى الحفاظ وتخذين مصادر مياه نظيفة، وللمساعدة تمت كتابة الكثير من الأرشادات التوثيقية. التلوث تبع مفهوم هذه الوثـائق هـو "تغيـر مـن الطبيعـة الفيزيائيـة والكيميائيـة والحيويـة للميـاه لمـصارف الميـاه الجوفيـة والمجارى أو لوجود سوائل وغازات أو مواد صلبة بصورة مباشرة أو غير مباشرة مما يضر الميـاه والأمـان والـصحة العامـة أو الأسـتعمالات التجاريـة والـصناعية والزراعيـة وكـذلك حيـاة وصحة الحيوانات والنباتات المائية".

السؤال الذى يطرح نفسه هو ما مدى نقاوة المياه المطلوبة ولأى مدى يجب تحسين نوعية المياه؟! وأبسط الأجابات النظرية تكمن فى منع تصريف الفواقد بأنواعها فى مصادر المياه لعدم تلويثها وتشديد العقوبات والمخالفات. الأحتياجات الأساسية لتحقيق نوعية مياه مقبولة بأقل تكلفة ومساهمة التكاليف ومناقشة المفاهيم التى تنجز هذه المهام.

مجـارى الميـاه القياسـية هـى أكثـر الحلـول الأقتـصادية التـى تحـل هـذه المـشكلة للتكـاليف الباهظـة لمعالجـة الميـاه نتيجـة الفواقـد والـصعوبات الـسياسية لأنظمـة بعـض الـدول للمنافسات الـصناعية وتوفير الأمكانيات لهذه الأسباب. تجنب الملوثات ومحاولة تقليلها فى بعض المنـاطق فلا شك أنـه يتـأثر بحمايـة غيـر كافيـة فـى منـاطق أخـرى. تجرى دراسات كثيرة بواسطة الخبراء عند إنشاء مخـازن وسـدود ومحطـات قـوى وأنظمـة رى ومنـاطق صـناعية وطـرق سـريعة بـين المـدن فـى محاولة مبكرة مؤثرة لتقليل خطورة التلوث البيئى.

المصانع المختلفة والفواقد المختلفة تعد من المشاكل التكنولوجية التى تتطلب معاملات خاصة لمنع الملوثات. تقسم الأنشطة الصناعية إلى صناعات أغذية ومشروبات منها السكريات والنشا والزيوت والصابون، والصناعات الكيماوية مثل الأسمدة والأدوية والمبيدات، والصناعات الهندسية كالتعدين والأسلاك المختلفة. صناعات أخرى تنتج مواد عضوية كالورق والمطاط والخشب والجلود ومن كل هذه الصناعات تنتج ملوثات المياه.

التلوث الزراعى نتيجة لأستعمال المبيدات والأسمدة الكيماوية والمركبات التى لا تتحلل حيوياً مثل المركبات العضوية التى يصاحبها الكلور التى تجد طريقها للمياه مؤثرة على الثروات الطبيعية للفلورا والصناعات السمكية.

أثر تلـــــــوث الهـــــــواء على المحاصيل والغابات

سبب تلوث الهواء فى أوروبا وشمال أمريكا أثاراً سيئة على زراعات القرون القليلة الماضية فى مناطق إنبعاثات المصانع. حيث أستمر فقد ١٥ كيلومتر من غابات سيدبرى بكندا فى تسعينات القرن الماضى لإنبعاثات معدنية وغاز ثانى أكسيد الكبريت وحتى بعد تقليلها أستمر فقد الغابات. وخلال ستينات القرن الماضى رصدت مشاكل تلوث الكيمياء الضوئية فى نقص عدة غابات بشمال أمريكا. كما وجد أصفرار وبراعم غير ناضجة لأشجار الصنوبر بالغابات العامة فى سان برناردينو جنوب كاليفورنيا لزيادة مستوى الأوزون فى المنطقة لفترة طويلة. الأوزون كان السبب فى فقد محاصيل تعادل ما قيمته $٣X ١٠^{٩}$ دولار كل سنة. كما أنه فى أربعينات وخمسينات نفس القرن درست تأثيرات المواد المؤكسدة للكيمياء الضوئية على أشجار الغابات.

زيادة خطورة الأوزون وثانى أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين وجزئيات المواد العالقة suspended particulate matter (SPM) على المحاصيل تبين دور تشريعات نوعية الهواء على تقليل إنبعاثات المصانع وأهمية دراسة dose-response relationship. المعوقات الأقتصادية كالعادة كان لها دور فى العمل على تحسين نوعية الهواء. مما ساعد على زيادة إنبعاثات المصانع فى أمريكا اللاتينية وأفريقيا وآسيا فى آخر عقدين لزيادة المصانع ووسائل النقل مع التكلفة العالية للحلول.

تنقسم تأثيرات ملوثات الهواء إلى تأثيرات مباشرة وغير مباشرة فى التأثير على الخلايا وتغيير العمليات الكيمياء الحيوية والفسيولوجية. وخلال التعرض لفترات طويلة لغازات الأكاسيد الكبريتية والنتروجينية تزيد من حموضة التربة الحساسة كما فى جنوب آسيا. والأكاسيد النتروجينية والأمونيا على المدى الطويل تسبب فقد العناصر فى النظام البيئى ونقص النمو.

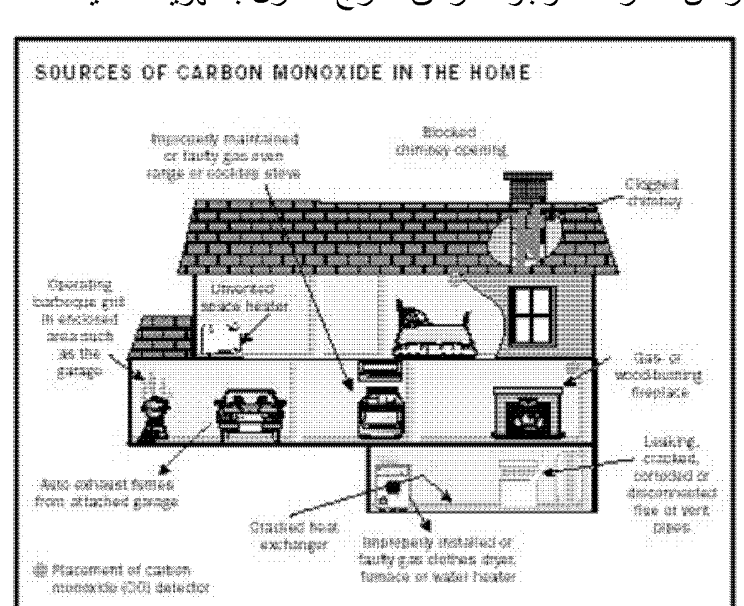
تتعدد مصادر الملوثات من المصانع ووسائل النقل وحرق النباتات ومصانع إنتاج الطاقة حسب المناطق المختلفة بالعالم. فمن أمثلة الملوثات ثانى أكسيد الكبريت من أحتراق الوقود كالفحم قليل الجودة واللجنيت أو الفحم البنى والغاز الطبيعى والبترول ووقود الديزل. ثانى أكسيد النتروجين يتكون من إنبعاثات أول أكسيد النتروجين والأوزون لذلك فهذه الأكاسيد تحدث نتيجة الأحتراق تبعاً للحرارة العالية وتوافر الأكسجين. أما حدوث الأوزون طبيعياً من ١٠-٢٠ جزء فى البليون إلى ٢٠-٤٠ جزء فى البليون خلال القرن الماضى. ذلك لأنتقال الأوزون من طبقة stratosphere إلى طبقة troposphere والتفاعلات الكيمياء الضوئية لإتحاد ذرات وجزئيات الأكسجين أثناء تحول NO إلى NO_2. وجود الهيدروكربونات خلال هذه العملية تؤدى لتكوين الشقوق الحرة free radical species.

من ناحية أخرى فإن جزئيات المواد العالقة SPM تشمل الدقائق الصلبة أو السوائل ذات مقاس 0.1-25 µm منها الجزئيات الطبيعية والعضوية. تنبعث هذه الجزئيات من عادم السيارات أو من تفاعلات مع النترات المتكونة من الأكسدة الضوئية لأكاسيد النتروجين. ومركبات الفلوريد كغازات أو جزئيات من نواتج المصانع للألمونيوم والأسمدة الفوسفاتية ومن حرق الفحم والتعدين ومصانع الزجاج.

ومن الغازات الملوثة للبيئة غازات أول وثانى أكسيد الكربون. الأول غير مرئى بلا رائحة ولكنه سام. لذلك منعته منظمة حماية البيئة الأمريكية EPA فى قوانينها المنظمة. الغاز يعتبر ناتج للأحتراق غير الكامل فى عدم وجود كفاية من الأكسجين، ومصدره الأساسى عادم السيارات (يكون ٦٠% من العادم) وسخانات المياه والأفران والمحركات التى تعمل بالغاز كالقوارب ودفايات الخشب والفحم وحرق المزروعات وتدخين السجائر.

يقسم الغاز CO كمسبب غير أساسى لمشكلة البيوت الزجاجية لتكوينه الأوزون المسبب الأول لتلوث الهواء خلال الكيمياء الضوئية والغاز الفعال فى مشكلة البيوت الزجاجية. وتعرض الأنسان لغاز CO يقلل من محتوى الأكسجين فى مجرى الدم للأرتباط به. هذا بدلاً من نقل الأكسجين من الرئة للأنسجة بالهيموجلوبين حارماً الأنسجة من أكسجين الحياة. أعراض السمية تتراوح من الدوخة والصداع إلى الموت على مستويات عالية. المنظمة البيئية حددت مستوى الغاز خارج البيوت ٩ جزء فى المليون فوق التعرض لمدة ٨ ساعات، ويحدث الخطر على مستوى ٤٠٠ جزء فى المليون بعد ٣ ساعات و ١,٢٨٠٠ جزء فى المليون خلال دقائق. وفى عام ١٩٩٦ رصدت ٥٢٥ حالة وفاة غير مباشرة من الغاز و ١٩٨٨ وفاة من تسمم الغاز.

يمكن تجنب التعرض للغاز عند وجود حرائق خارج المنزل بالتهوية الكافية، أما داخل المنزل



فمصادر تكون الغاز هى الطبخ بماكينة الغاز والطبخ بالفحم داخل الجراجات وكلاهما خطر. ويجب مراعاة أماكن التدفئة والوقود بكاشف عن الغاز. لذلك يراعى ملاحظة مصادر الغاز أو مفاعلة الغاز مع heated metal oxide. كما أن الكترود البلاتينيوم electrochemical detector يمكن الكشف عن مستوى ٧٠ جزء فى المليون على الأقل.

أما غاز CO_2 المستقيم فى تركيب جزيئاته فراغياً (O=C=O) بلا رائحة ولا لون غير سام ويوجد بتركيزات قليلة. مصادره الطبيعية البراكين وتنفس الحيوانات وتآكل البقايا النباتية biomass decay وتبخر المحيطات. طرق التخلص فى الطبيعة منه تشمل البناء الضوئى وذوبانه فى المحيطات. الغاز طويل الأجل فى ثباته أكثر من مئات السنوات وهو غاز الظاهرة

المعروفة بالصوبة الزجاجية وينظم مناخ الأرض. كبخار الماء الغاز يمتص الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الأرض للفضاء. وهكذا يدفئ الهواء الجوى سطح الأرض فى تأثير طبيعى يسمى greenhouse effect. وبدون الغاز والماء فى الهواء الجوى يصبح متوسط حرارة سطح الأرض أقل من الصفر الفهرنهيتى محولاً المحيطات لثلوج ومغيراً الحياة كلها.

غاز CO_2 يعتبر المسئول الأول عن ظاهرة التدفئة والتى زادت بزيادة تركيز الغاز فى بداية الحقبة الصناعية من ٢٨٠ جزء فى المليون إلى ٣٦٧ جزء فى المليون عام ١٩٩٩، بأعتبار أن الجزء فى المليون يساوى جزئى غاز لكل مليون جزئى هواء. معدل زيادة إنبعاث الغاز ٠,٤% كل عام منذ ١٩٨٠. العامل الأساسى فى هذا المعدل هو إحتراق وقود الفحم ونقص الغابات، فأحتراق الزيت والفحم والغاز الطبيعى لأنتاج الطاقة ينتج CO_2 وماء. ولقد زاد أستهلاك الفحم ففى ١٩٩٦ كانت أكثر من ٥٠% لأنبعاث الغاز من نصيب الولايات المتحدة.

بزيادة تركيز الغاز فى الهواء تزيد من أصطياد طاقة الأشعة تحت الحمراء وتدفئ جو الأرض. تغييرات المناخ أثبتت أرتفاع سطح الأرض ١,١ درجة فهرنهيت من أواخر القرن التاسع عشر لزيادة غازات الظاهرة الصوبة. المجهودات الدولية تمثلت فى إجتماع ١٨٦ دولة عام ٢٠٠١ (Kyoto Protocol) فى إجماع دولى لتقليل هذه الغازات. هذا يمكن بتقليل حرق وقود الفحم وزيادة الغابات بتغيير خريطة الأراضى الزراعية. لم توقع الولايات المتحدة على البروتوكول لكنها حثت على تطوير التكنولوجيات صديقة المناخ مثل مصادر الطاقة المتجددة مع تغييرات أستعمال الأرض بمزيد من الغابات.

كما رأينا آثار بعض غازات ظاهرة الصوبة الزجاجية (الأحتباس الحرارى) Anthropogenic Greenhouse Gases تمتص الأشعة تحت الحمراء وتدفئ كوكب الأرض مثل بخار الماء، CO_2، زيادة هذه الغازات يشارك فى زيادة الظاهرة. ومن الغازات الأخرى الأقل وجود فى الهواء والأكثر أصطياد للطاقة CH_4, N_2O, SF_6, chlorofluorocarbons CFCs, hydrofluorocarbons HFCs. قبل القرن العشرين لم توجد الثلاث مركبات التخليقية الأخيرة.

من الجدير بالذكر أن الطحالب تساهم فى حل أزمة الأحتباس الحرارى عبر قدرتها على أمتصاص ثانى أكسيد الكربون (التمثيل الضوئى) وتحويله إلى وقود ديزل حيوى لا يؤدى

أحتراقه إلى انبعاث الغازات المسببة لهذه الظاهرة. هذه الأبحاث نتاج مشروع حديث لتخفيض الغازات المسببة للاحتباس الحرارى الذى تشرف عليه جامعة جاكوبز الألمانية وجامعة بريمن للعلوم التطبيقية ومعهد الفريد فيجنز للبحوث البحرية.

المفهوم الجديد لنوعية وجودة الهواء:

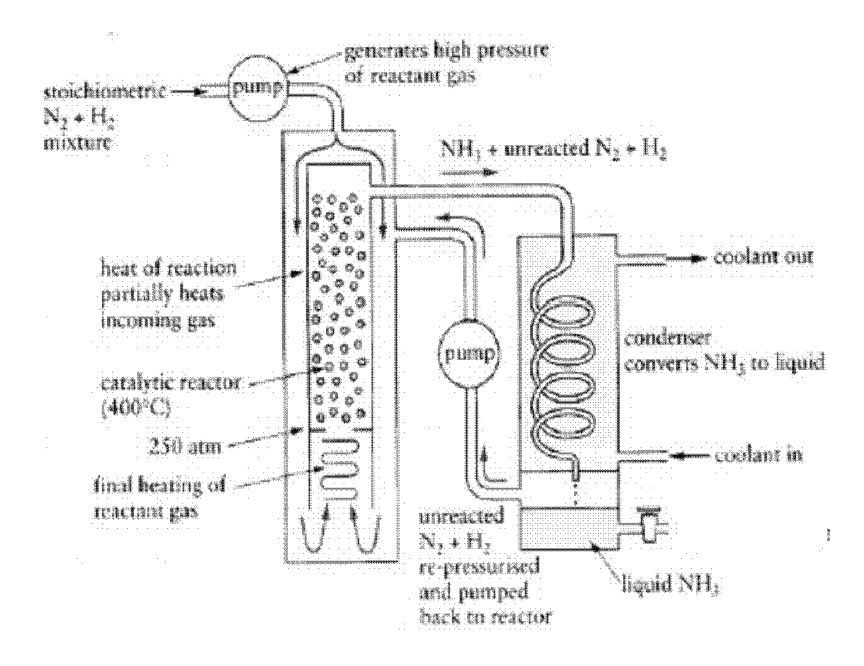
لمعرفة إنبعاثات وجودة الهواء عبر ٣٠٠ مدينة بالولايات المتحدة الأمريكية ظهرت تكنولوجيا جديدة تجعل الكمبيوتر يرى ويقيس ذلك. غيرت منظمة Google Earth & EPA إستعمال الأنترنت لحماية الصحة عن طريق فهم مصادر الأنبعاثات الهوائية لستة من أشهر الملوثات. الأتصال المباشر مع المتلقى للأجابة عن أى أستفسارات عن أنبعاثات المصانع لأشهر الملوثات فى المنطقة خلال الخريطة. كذلك المستوى المتوقع والحالى للأوزون وتلوث الجزيئيات Air Quality Index والأمطار الحامضية www.airnow.gov/index ومستويات التلوث اليومية بالتعاون مع الولايات والحكومات www.epa.gov/air/emissions

البـــــاب الســـــــادس

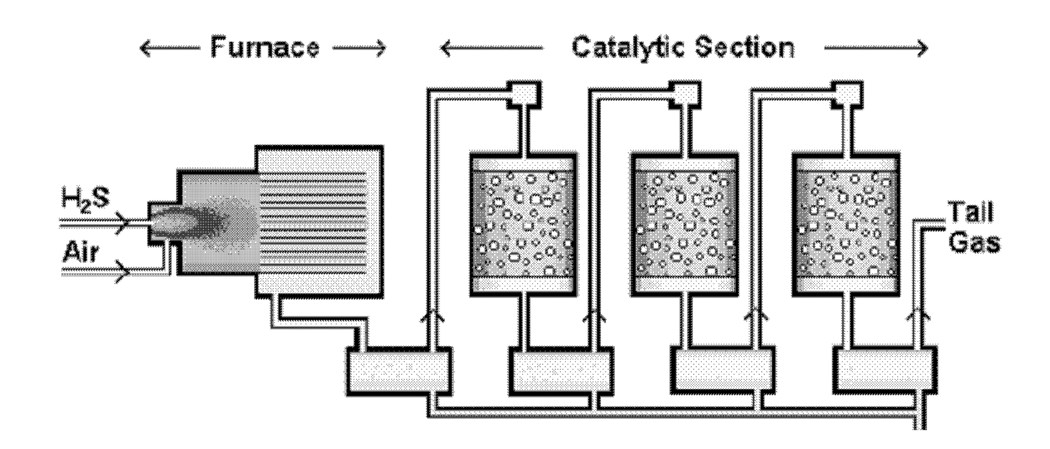
Industrial Chemistry الكـــــيمياء الصتـــأعـــــية

فى هذا المجال نجد لزاماً علينا أن نعرف المفهوم الجديد للكيمياء الصناعية فى ضوء الأهتمام بالبيئة. فالمعنى فى إنتاج وتمثيل جيد وأمثل لأساسيات طرق الكيمياء المستعملة فى الصناعة لتحويل المواد الخام والبوادئ إلى مواد تجارية مفيدة للمجتمع. فهذا العلم يلعب دور حيوى كعلم تطبيقى فى مناطق مختلفة تؤثر على المجتمع الأنسانى من الناحية الأقتصادية والبيئية وناحية الثبات السياسى. الكيمياء الصناعية تشمل إنتاج الغازات والأحماض والقواعد والوقود والراتنجات والألوان والمبيدات والأدوية والبوليمرات والأسمدة والبتروكيماويات. العلاقة يجب أن تشمل المصادر الطبيعية والتحولات الكيميائية والفواقد فى ضوء الكيمياء الخضراء والكيمياء البيئية.

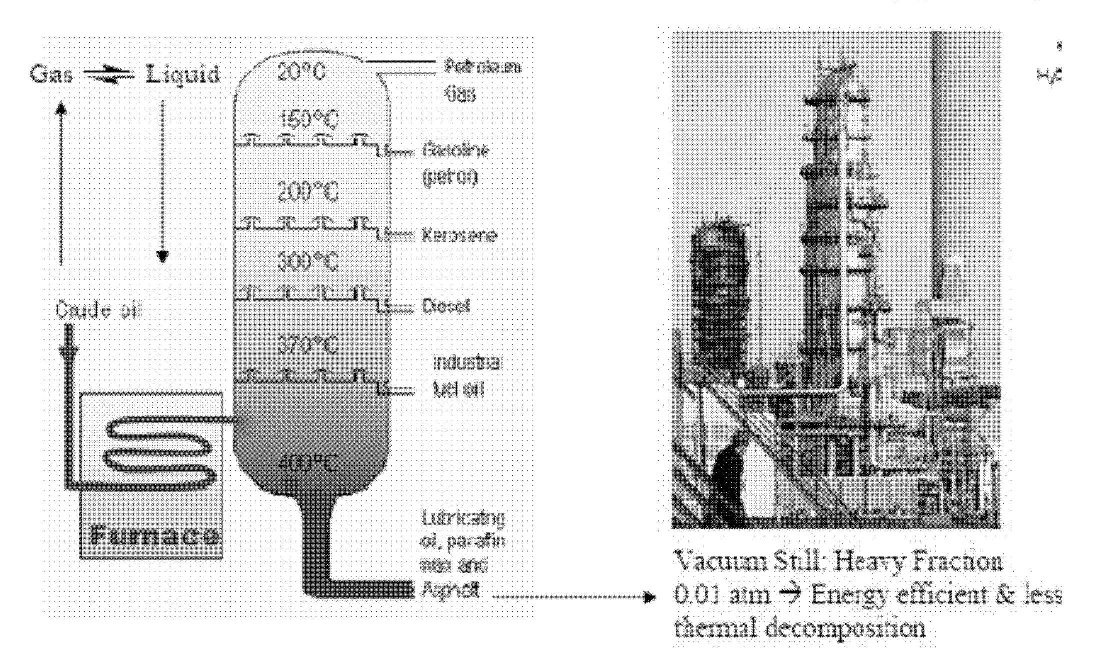
هذه الكيمياء تدرس التأثيرات على البيئة وصحة الأنسان فتدرس تأثير التوسع فى النشاط الصناعى على ثقب الأوزون ozone depletion والأمطار الحامضية acid rain وظاهرة دفء الكرة الأرضية global warming. أساس هذا العلم يعتمد على أساسيات الكيمياء الخضراء وإعادة تدوير المياه water recycling والأستفادة بالوقود alternative fuels.
طريقة Haber-Bosch Process لإنتاج النشادر من النتروجين والماء فى تفاعل عكسى بمساعدة Fe catalyst وإنتاج حرارة تعادل 46 KJ/mol.



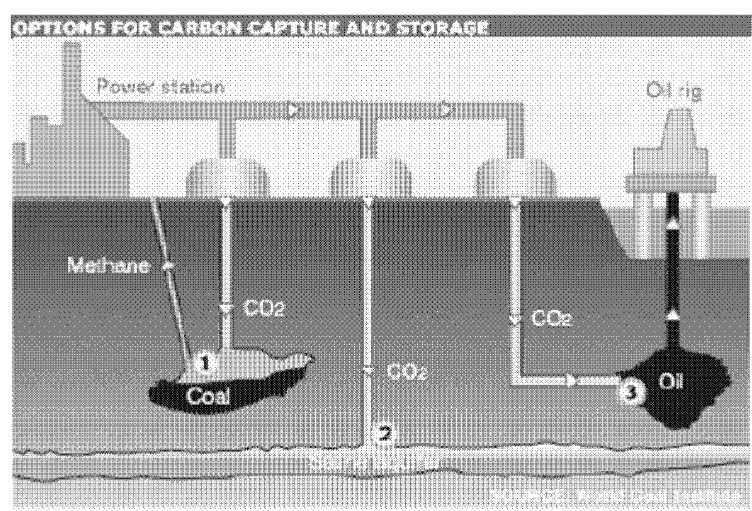
وفـى طريقـة (Claus Process) Sulphur Extraction حيث ينـتج الكبريت السـائل فـى خطوتين الأولى بتفاعل غاز كبريتيد الهيدروجين والأكسجين فى درجة ١٠٠٠ مئوية لإنتاج غاز ثانى أكسيد الكبريت، والخطوة الثانيـة تفاعل SO_2 مع H_2S علـى درجـة ٣٠٠ مئويـة ووجود Al_2O_3 (catalytic step).



وفى تكرير البترول Crude Oil Refining نجد مثال الأستفادة القصوى من كل المكونـات تبعاً لدرجات الحرارة.



كذلك فى خطوات عملية لمسك وتخذين ثانى أكسيد الكربون من محطات الطاقة لباطن الأرض وإنتاج الميثان لأستعماله كوقود أو تخذين الغاز المضغوط بأمان فى مسالك مائية أو ضخه فى حقول البترول للمساعدة على ثبات الضغط وسهولة الأستخلاص.



لذلك وكما سبق القول فى الباب الرابع فأن للكيمياء الخضراء فوائد كثيرة فى الصناعة خلال الكيمياء العضوية التخليقية. فالكفاءة تنبع من العوامل المساعدة الحيوية biocatalysis فى التكنولوجيا الخضراء، فالأنزيمات بما لها من أختيار حسب التركيب الفراغى للمركبات لها أهمية كبيرة. وأستعمال الماء فى التفاعلات يقلل من أستخدام المذيبات ويقلل من طاقة التفاعلات.

أمثلـــــــــة عملية فى عــــلو الكـــــيمياء الخـــــــضراء

المثـال الأول: المسـلك الطبيعـى لتخليـق الهيـدروكوينون **hydroquinone** مـن الأنيلـين فـى الوسط الحامضى وثانى أكسيد المنجنيز والحديد كما بالمعادلة

$$2\ C_6H_5NH_2 + 4\ MnO_2 + 5\ H_2SO_4 \longrightarrow 2\ O{=}C_6H_4{=}O + (NH_4)_2SO_4 + 4\ MnSO_4 + 4H_2O$$

$$O{=}C_6H_4{=}O + Fe + H_2O \longrightarrow HO{-}C_6H_4{-}OH + FeO$$

والمسلك المبتكر للكوينون كما فى المعادلة التالية ويلاحظ وجود مواد يعاد تكوينها وصديقة للبيئة مع البعد عن المعادن صعبة التخلص منها

$$HO{-}C_6H_4{-}C(CH_3)_2{-}C_6H_4{-}OH \xrightarrow[\text{cracking}]{\text{alkaline}} HO{-}C_6H_4{-}C(CH_3){=}CH_2 + C_6H_5OH$$

$$HO{-}C_6H_4{-}C(CH_3){=}CH_2 + H_2O_2 \longrightarrow HO{-}C_6H_4{-}OH + CH_3COCH_3$$

Byproducts recycled

$$HO{-}C_6H_5{-}OH + CH_3COCH_3 \longrightarrow HO{-}C_6H_4{-}C(CH_3)_2{-}C_6H_4{-}OH$$

المثـال الثـانى: عـن المسلك الطبيعـى لــibuprofen ويلاحظ خـروج العديـد مـن الفواقـد الخطـرة بعكس المسلك الذى يليه المبتكر الذى يفقد فيه حمض الخليك فقط

HCl, AcOH, Al Waste

HCl

AcOH

Ac_2O

$AlCl_3$

$COCH_3$

$ClCH_2CO_2Et$

NaOEt

EtO_2C

O

H_2O / H+

OHC

NH_2OH

OHN

N

H_2O / H+

HO_2C

NH_3

AcOH

HF

Ac_2O

O

H_2 / Ni

HO

CO, Pd

HO_2C

التطبيقات الصناعية للكيمياء الخضراء

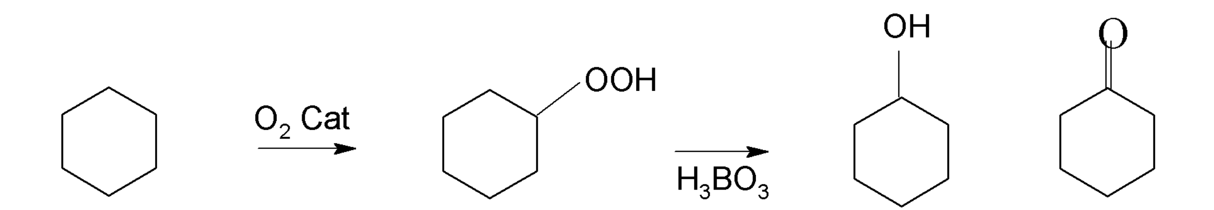
ومن أهم التطبيقات الصناعية العوامل المساعدة الصلبة solid acid & base catalysts حيث يوجد حوالى ١٢٧ طريقة صناعية لأستعمال العوامل المساعدة فى إنتاج البتروكيماويات على سبيل المثال لنزع الماء والتكثيف وإضافة مجاميع الألكيل وتكوين الأسترات. ومن هذه العوامل المساعدة والتى يبلغ عددها ٧٤ zeolites فى المجموعة الأولى وفى المجموعة الثانية oxides of Al/ Si/ Ti. والعديد من الأمثلة التالية توضح أهمية ودور هذه العوامل فى تكوين المركبات الهامة

١- تفاعل البنزين مع الألوفين olefin لتكوين الألكيل بنزين ففى ستينات القرن الماضى تم إستعمال $C_{12}H_{24}$ مع حمض الفوسفوريك والسيليكا حتى بدأ إستعمال الهيدروكربونات المستقيمة مثل C_{10}-C_{12} السهل تحللها حيوياً

٢- الكيومين Cumene الذى أستعمل لأنتاج الفينول منذ نصف قرن بأستعمال $AlCl_3$ أو حمض الكبريتيك (مواد فاقدة) ثم أستبدلت بـHF الأكثر خطورة ثم أستعمل الفوسفوريك والسليكا مع BF_3 سريعة الأشتعال أما أكثر المواد المستخدمة أماناً هى الزيوليت zeolites

$$C_6H_6 + H_3C{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{\text{Catalyst}} C_6H_5{-}CH(CH_3)_2$$

٣- طريقة السيكلوهكسانول الذى يتم أستعماله فى تصنيع adipic acid والنايلون بإستخدام Co, Mn naphthenate التى يصعب التخلص منها وأيضا بإستخدام حمض البوريك بما يحمله من فواقد حامضية. والطريقة الأخرى الآمنه تشمل أضافة الماء للسيكلوهكسين فى وجود الزيوليت كعامل مساعد آمن



٤- Solid base catalysed isomerisation وهى قليلة الأستخدام فى الصناعة كالمثال الآتى فى صناعة المطاط والذى يستبدل Na/K فى الأمونيا السائلة

Na/NaOH - Alumina

CH_2 CH_3

VNB ENB

٥- Acid base catalysis ethyleneimine هذا التفاعل الوسطى يستخدم فى إنتاج الأدوية ولأنتاج لتر ايثلين أمين يلزم ٤ لتر Na_2SO_4 ولذلك توجد طرق اخرى تشرك عدة خطوات معاً بإستعمال Si/ Ba/ Cs/ P/ solid oxide catalyst والناتج يصل الى ٨٦%.

H_2N—CH_2CH_2—OH + H_2SO_4 → H_2N—CH_2CH_2—OSO_3H $\xrightarrow{NaOH}$ (N-H aziridine)

٦- Bhopal chemistry (Inherent safe design)

CH_3NH_2 + $COCl_2$ ⟶ H_3NCO

BHOPAL PROCESS

OH

$OCONHCH_3$

OH

+ $COCl_2$ ⟶

OCOCl

CH_3NH_2

ALTERNATIVE ROUTE

٧- إستبدال الفوسجين (المادة السامة) بثانى أكسيد الكربون كمواد renewable feedstocks

(M. Arest, University of Bari)

CO_2 + R'R"NH + RX ⟶ $R'R"NCO_2R$

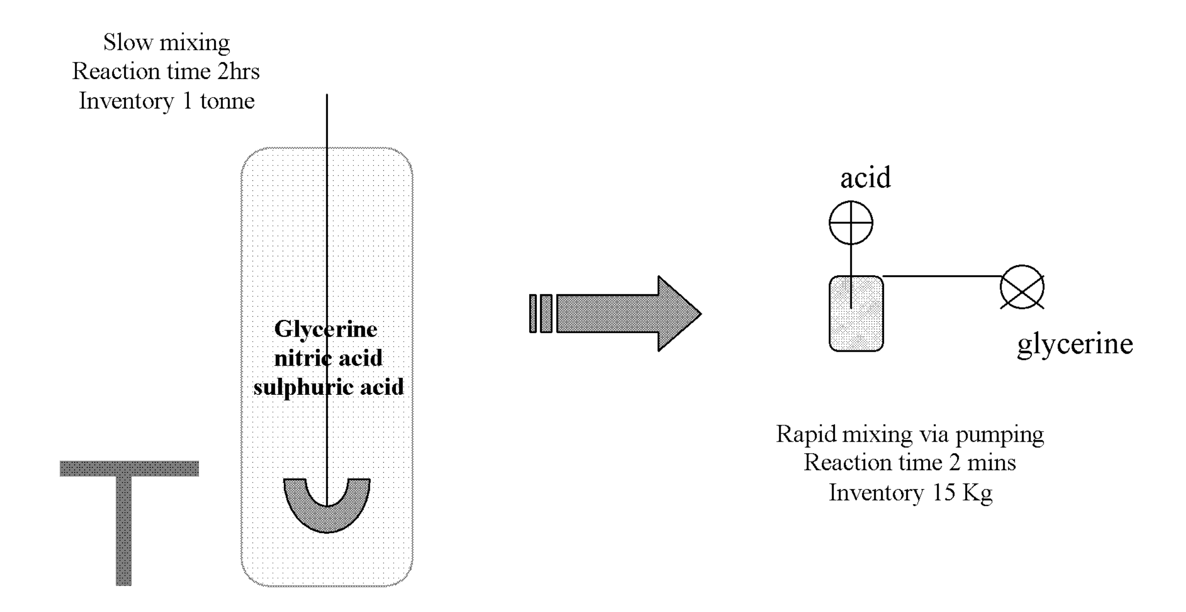
CO_2 + 2ROH ⟶ (RO)(RO)C=O

$COCl_2$ + ROH, - HCl ⟶ $ClCO_2R$

$ClCO_2R$ + R'R" NH, - HCl ⟶ $R'R"NCO_2R$

$ClCO_2R$ + ROH, - HCl ⟶ (RO)(RO)C=O

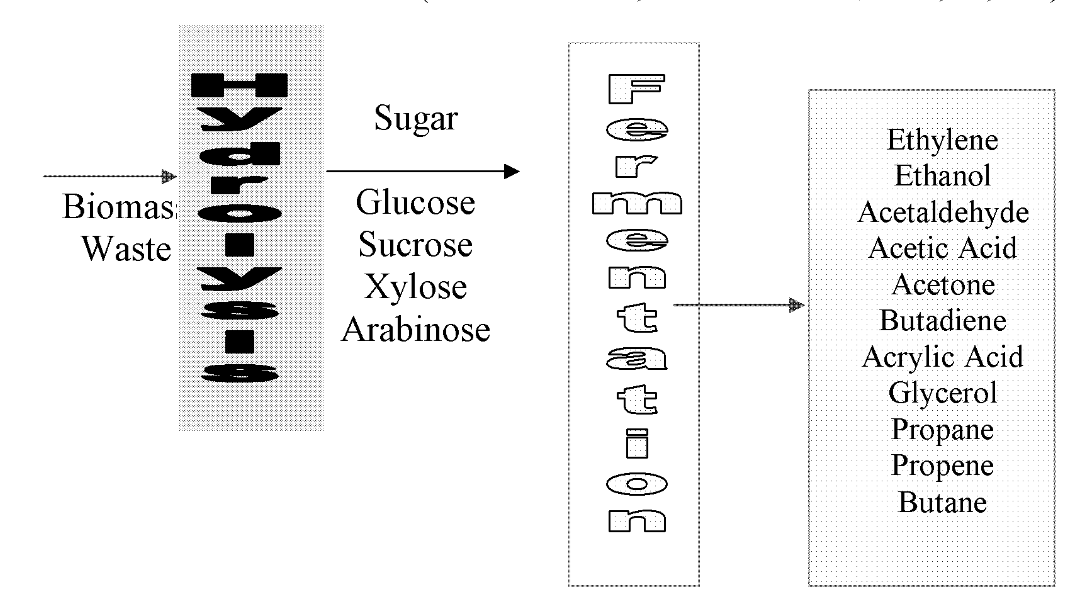
٨- طريقة النترو جلسرين



٩- طرق التكنولوجيا الحيوية التى تعتمد على التحليل المائى لمصادر رخيصة متجددة ويتليها عملية تخمر

Biotechnology-key to chemicals from renewable resources

(Danner & Braun, *Chem. Soc. Rev.*, 1999, 28, 395)



١٠- الخـواص البوليمريـة المتعلقـة بــ stereochemistry مثـل إسـتعمال مـشابهات حمـض اللاكتيك

خطوة فتح حلقة اللاكتيد lactide ring كما بالمعادلة التالية

تركيز حمض اللاكتيك يتحكم فى الوزن الجزيئى للبوليمر الناتج وكذلك المشابه للحامض لتكوين المشابه الحلقى المناسب

١١- تفاعلات إنتاج nitrous oxide & adipic acid

NO_2 أكثر فاعلية كغاز للبيوت الخضراء عن CO_2 ولكن لـه دوره فـى ثقب طبقة الأوزون وتركيزه فى طبقات الـatmosphere تزايد من ٣١٠ ppb بنسب ٦٠% فى السنوات الأخيرة، وقبل عام ١٩٩٨ كان نسبة ١٠% تنتج بأنتاج حمض الأديبيك مثل هذا التفاعل

Control options:

$$CH_4 + 4NO_2 = 4N_2 + CO_2 + 2H_2O$$

$$NO_2 + 0.5\ O_2 = N_2 + O_2$$

$$NO_2 + 0.5\ O_2 = 2NO \text{ (Nitric acid)}$$

Longer term option

Glucose–enz.-→$HO_2CCHCHCHCHCO_2H$—(H_2Pt)→Adipic acid

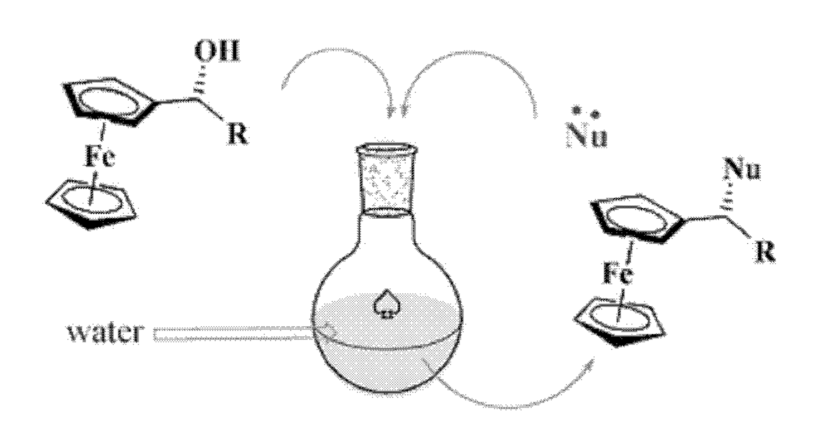
(J W Frost & K M Draths Chem. Br.1995, 31 206)

والآن فى رؤية للمستقبل للمسلك الأخضر والآمن كلية لتحضير حمض الأديبيك من الجلوكوز

enzymes → H_2 / Pd → Adipic acid

D-Glucose — cis cis Muconic acid

١٢- الأستبدال النيوكلوفيلى Nucleophilic substitution of ferrocenyl alcohols "*on water*", without the presence of Lewis acids, Bronsted acids or surfactants



١٣- التـخليق العضـوى النـظيف وذو الكـفاءة العاليـة "*on water*" لبعض المركـــــبات مثل 2-aryl/heteroaryl/styryl benzothiazoles, 2-alkyl/aryl alkyl benzothiazolines بتفاعل الألدهيدات مع 2-aminothiophenols فى الماء

Water, 110 °C, 2.5 - 7 h or Water, 110 °C, 20 - 40 min; 80 - 98%; 85 - 98%

فى هذا التفاعل وكالأمثلـة السابقة فالنواتج نظيفة فـى التخليق ولا يتطلب مـواد مساعدة ولا تنتج فواقد.

Benign solvents المذيبات الآمنة

المذيبات العضوية المتطـايرة هـى الوسط الطبيعـى لأذابـة المـواد العضوية المخلقة والتـى تكلف بلايين الدولارات فى التجارب المختلفة على مستوى العالم. ولأهمية هذه المذيبات أخذت دورها فى الأهتمام البيئى لتقليل إستعمالها. توجد بعض التحورات مثل التخليق بـدون مذيبات وأستعمال المـاء كمـذيب والــ supercritical fluids مثـل CO_2 وكذلك السوائل الأيونيـة. وهذه الأمثلـة بالمعادلات لأستعمال الماء كمذيب

Isomerisation of Geraniol using high temperature water

OH; H_2O; 220°; OH; +; OH

Synthesis of 2,3-Dimethyl Indol in high temperature water

NNH_2; +; O; H_2O; 220°C; NH

Synthesis of β-oxopropylcarbamates in compressed CO_2 without any additional catalyst and solvent

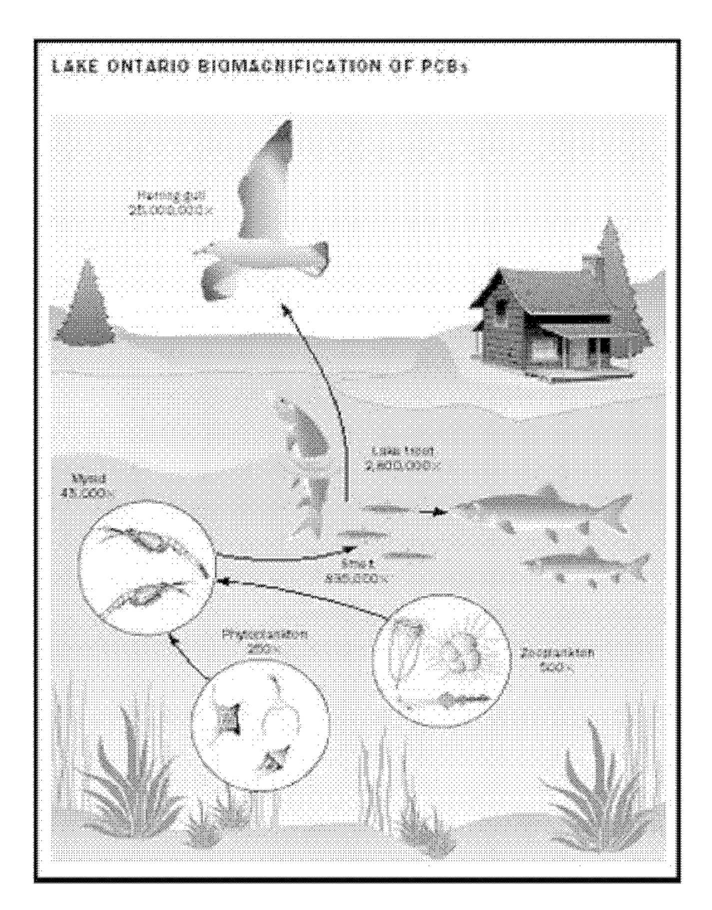
Improving the synthesis for a versatile catalyst methyltrioxorhenium (MTO)

وفى عدم وجود المذيب أو العوامل المساعدة يمكن تخليق α- *N*-phosphoramino aminophosphonates بناتج كبير فى تفاعلات *Mannich type reactions* of chlorophosphites, phosphoramides and aldehydes (ketones)

وإذا كان عنوان هذا الفصل من الكتاب يتحدث عن الكيمياء الصناعية ودور الكيمياء الخضراء فى حل بعضاً من مشاكلها، فلا بد لنا أن نسرد ولو بإختصار عن ظواهر طبيعية تلعب دوراً فى مثل هذه المشاكل.

التراكم الحيوى Bioaccumulation

يقصد بالتراكم الحيوى للملوثات هو تركيزها بوضوح وبشدة أكثر من وجودها بالبيئة المحيطة. والتراكم الحيوى مجموع عمليتين هما تركيز الملوثات فى الكائنات الحية من الوسط الخارجى مثل الماء خلال الجلد أو الرئة Bioconcentration وينتج العملية الثانية من تعظيم محتوى الملوثات Biomagnification. هذا سلوك العديد من الملوثات الصناعية الأكثر ذوباناً فى الدهون عن الماء مثل polychlorinated biphenyls (PCBs). الذى قد يوجد فى البحيرات أو الأنهار ويمتص أو ينتشر فى خلايا الكائنات الحية البحرية العميقة. فالأسماك والثدييات البحرية تركز خياشيمها كميات هائلة من PCB تصل إلى ٢,٨ مليون مرة كما حدث فى بحيرة أونتاريو بكندا. وبالتالى فالأنسان والطيور التى تتغذى على هذه الأسماك يتركز فيها هذه المواد الملوثة.



ولهذا فتركيز مثل هذه الملوثات العضوية الثابتة وقليلة فى قابليتها فى التكسير الحيوى persistent organic pollutants (POPs) يقلل من مناعة وقد يكون سبباً فى القضاء على الكثير من الأحياء المائية النادرة. كما قد ينتقل خلال لبن الأم مسبباً تغير فى جنس المواليد وتغير فى السلوك وتأثير على النمو والتكاثر وأحياناً السرطان. من هذه الملوثات DDT, chlordane, toxaphene, dioxins, organo-metal compounds, and brominated flame retardants ولسميتهم العالية تم منعهم عام ١٩٧٠ فى شمال أمريكا وغرب أوروبا.

لأهمية تعبير التراكم الحيوى أعتبر مؤشراً Bioconcentration factor (BCF) لتقسيم المواد الكيميائية الخطرة ففى الأتحاد الأوربى تم أعتبار أكثر من مائة مادة كيميائية خطرة على البيئة. كذلك منظمة حماية البيئة الأمريكية أعتبرت أكثر من ١٠٠٠ مادة من أشد المواد خطورة على البيئة. ونصحت كندا بدراسة ٥٠٠٠ مادة فى سبيل تحريم إستعمالها حيوياً.

التحلل الحيوى Biodegradation

التحلل الحيوى هو التآكل أو تكسير المواد عند إستعمال الكائنات الدقيقة المواد العضوية كمصدر للكربون والطاقة. فمثل معاملة بقايا المجارى sewage بالنباتات فأن المركبات العضوية بعضها يتغير تركيبها حيوياً والبعض يتحول لصورة معدنية mineralized وهذا ما يحدث فى أعادة أستعمال الفواقد مرة أخرى. هذا أيضاً يحدث بالطرق البكتيرية عند توافر الظروف الغذائية والطبيعية الملائمة. كما أن تجميد المواد يمنع تحللها حيوياً حيث يلزم حرارة ١٠-٣٥ مئوية، فالتجفيف يمنع التحلل الحيوى كذلك للحبوب المخزنة. وأيضاً الخبز والفواكه فى ظروف الرطوبة العالية تناسب النمو البكتيرى. وللتكاثر البكتيرى يلزم طاقة ومعادن عدة مثل C, N, O, P, S, Ca, Mg وحدوث أكسدة للمواد العضوية ينتج طاقة حوالى 435 KJ لكل مول أكسجين. هذه الطاقة تستعمل منها البكتريا جزء والباقى يفقد كحرارة.

مستقبلات الطاقة فى هذه العملية للظروف الهوائية الأكسجين وللظروف اللاهوائية النترات والكبريتات. الكائنات الدقيقة مثل البكتريا والفطر والخميرة هى التى تستعمل فى التحلل الحيوى. وتستعمل هذه الطرق عند الحاجة بيئياً كما توقف وتمنع عند التخزين. كما أن خشب المبانى يعامل بالكيماويات لمنع تحلله حيوياً، وتضاف مثل هذه الكيماويات للمحاليل التى تمنع عدم تجمد

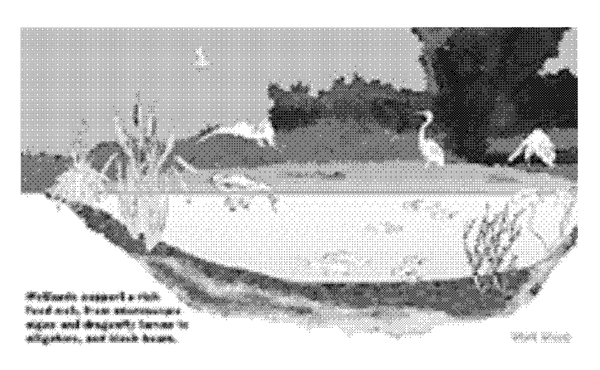
زيوت السيارات والطائرات لحفظ القيمة الأصلية للمنتج. وعندما يصبح المنتج فاقد بعد فترة، تصبح الكيماويات ملوثات حينئذ مثل مادة الـ benzotriazoles. وذلك يفسر منع التصرف فى زيوت محركات الطائرات فى المطارات لأنها أصبحت فواقد وملوثات.

الأراضـــى الرطـــبة Wetlands

الأراضى الرطبة هى هذه الأراضى المشبعة بالماء ويراعى فى دراستها نوعية التربة والنباتات والحيوانات التى تعيش فيها وعلى سطحها. وتختلف الأراضى حسب جعرافيتها والمناخ وكمياء المياه والرى ونشاط الأنسان. وتشمل الأراضى الخصبة والمستنقعات Swamps, marshes, bogs وتوجد فى كل بقاع العالم. حماية هذه الأراضى تدخل فى نطاق تنظيم الهواء النظيف Clean Water Act والأمان الغذائى Food Security Act. العديد من الدول نظمت النشاطات فى هذه الأراضى ونظام الحماية المسموح. والمدن الساحلية قللت من الفقد من نوعية هذه الأراضى. لذلك فسرعة فقد الأراضى الرطبة التى تملكها الدولة أو الأفراد قل بصورة ملحوظة.

نوعية الماء Water Quality Standard فى الأراضى الرطبة أداة مؤثرة تحمى الصحة فى البيئة الرطبة وثبات مستوى الماء وجريان المياه والحياة البرية وفى النهاية ضمان عدم تحطيم البيئة.

مشاكل تحطيم الأراضى الرطبة من التلوث والعمران وسحب المياه الجوفية وأتصال المياه بالمعادن تحتاج إلى ملاحظة من جهات عديدة. تتضافر جهود المواطنين والمنظمات الحكومية لتقليل فقد الأراضى الرطبة وتحسين نوعية المتبقى منها. ومن ناحية أخرى تعتبر الأراضى الرطبة بين أهم مناطق التنوعات البيولوجية فى العالم. يوجد تنوع هائل من الميكروبات والنباتات والحشرات والطيور والأسماك والثدييات.



الخواص الطبيعية والكيميائية مثل المناخ وشكل المسطح الأرضى والجيولوجى وحركة وندرة الماء يساعد فى معرفة النباتات والحيوانات التى تقضى جزء أو كل دورة حياتها. العلاقة الديناميكية بين هذه الكائنات تشير لغذاء هذه البيئات.

فالأراضى الرطبة مثل سوبر ماركت بيولوجى حيث يمد بكمية كبيرة من الغذاء تجذب حيوانات عديدة. أوراق وسيقان النباتات الميتة فى الماء تكون جزيئات المواد العضوية detritus تغذى الحشرات المائية والأسماك الصغيرة والطيور والثدييات. لذا فأن قيمة الأراضى الرطبة للأنسان تعتمد على التنوع البيولوجى فى المياه حيث أن الـ watershed منطقة جيوجرافية فيها الماء ذائب فيه المواد الغذائية المتنوعة فى مجرى أو بحيرة كبيرة.

الخليط المثالى بين المياه الضحلة والمستويات الغذائية العالية والأنتاجية يفيد الكائنات التى تكون الأساس الغذائى وتغذى العديد من الأسماك والحشرات. كما أن الطيور والثدييات تجد المأوى فى أثناء الهجرة والتربية وتجد الغذاء والماء. الحياة البرية والميكروبات والنباتات جزء من دورات الماء والنتروجين والكبريت. كما أن الأتزان الجوى فى الغازات يعتبر بيئة رطبة أضافية يعمل على معادلة ظروف المناخ الجوى. فالأراضى الرطبة تحتفظ بالكربون فى النباتات والتربة بدلاً من فقده فى الجو كثانى أكسيد الكربون.

البـــــاب الـــــســابـــــع

وكما تؤثر البيئة فى الطبيعة وتتأثر بها، هكذا الكوارث البيئية المعروفة والمنتشرة فى كل مكان من كرتنا الأرضية تسبب وتتسبب بالطبيعة. بل وتتدخل الكيمياء الخضراء الحارس الأمين فى الدفاع عن سلامة وطبيعة الأرض فى هذه العلاقات. وأذا كنا راعينا أن ندعم بالأمثلة التى تحدث حولنا من تلوث طبيعى أو بفعل الأنسان فسنحاول هنا أن نورد الأمثلة التى لم تأتى ذكرها فى المنهج. وسنعرف بعض المحاولات الحديثة فى تعامل العلماء مع بعض من هذه الكوارث الطبيعية.

تعرف الكارثة الطبيعية بتأثير حدث طبيعى هائل على البيئة والكائنات الحية ونشاط الأنسان والمجتمع. فالعامل الطبيعى هو القوة المحركة للكارثة مثل الزلزال والفيضان والأعصار وتحرك القشرة الأرضية والبركان فيما بين حالات التسرب للسميات والأنفجارات إلى أعمال الأرهاب والزحام الأجتماعى. من هذه الكوارث إبتلاء الجراد ولكن الظواهر الجيوفيزيائية لا تشمل الأوبئة للحيوان والنبات. الخطورة تأتى من توالى الكوارث وعظمها فحدوثها مرة كل آلاف السنوات أو بضعة شهور، كما أن مصدر المياه أساسى للحياة أذا لم يكون بكميات هائلة فيضان أو كميات قليلة جفاف.

تنوع خطورة الفيضان من البسيط للبطئ فى الأغراق مسبباً عند إنصهار الجليد على الأنهار ومن المتصل للتدريجى فى زحف الكارثة. أما الكارثة الـ archetypal فهى الزلزال الذى يهجم بلا تحذير فى أسوأ تأثير مع تحرك التربة وتصحر فى سنوات أو قرون. إنحدار التربة landslide والصخور لكيلومترات تحدث على سرعة حوالى ١٨٠ كيلومتر فى الساعة.

النموذج الأساسى فى الكارثة الطبيعية هو disaster cycle فى الأشكال الخمسة الآتية: وجود وقت عدم نشاط mitigation، قياس وتوقع الخطر preparation، التأثير impact والأستجابة المفاجئة والحاجة إلى غذاء وحماية، تجديد restoration، أعادة بناء وإصلاح ما دمر reconstruction الذى قد يحتاج لسنوات حسب شدة التدمير.

بحيرة شيفيرو Lake Chivero:

من أحد هذه الأمثلة ما حدث فى بحيرة شيفيرو بهرارى زيمبابوى من موت هائل للأسماك نتيجة للتلوث الناتج من نقص الأكسجين العالى والأنخفاض الهائل للسد الأساسى فى هرارى. هذا الموت الهائل للأسماك لم يكن له سبب واضح فى الماضى خاصة عندما حدث للروافد التى تغذى البحيرة مثل نياستيما وماريمبا ومانيام. العلماء داوموا على دراسة الأحياء المائية فى البحيرة منذ ١٩٥٢ وتوصلوا للزوم تحسين نوعية الماء وتقليل مستوى التلوث خاصة أن البحيرة مصدر مياه الشرب لثلاثة ملايين نسمة.

وفى ١٩٩٧ أجتمع علماء من علوم البيولوجى والكيمياء من جامعة زيمبابوى وبيولوجيا المياه العذبة ومهندسين مخططى المدينة وكذلك علماء البيئة. وتحت عنوان البحيرة الملوثة Lake Chivero وضحوا فى معلومات قيمة الحالة البيئية من تلوث فى البحيرة والمنطقة وأقترحوا الحلول الممكنة. هذا المشروع الضخم حدث بعد نفوق مليون من الأسماك فى فترة ٤ أسابيع عام ١٩٩٦ عن طريق deoxygenation by ammonia toxins. منعت الحكومة الأنشطة التجارية من المنطقة لمدة ١٠ أسابيع وأصدر مجلس مدينة هرارى العديد من قوانين البيئة المشددة لتقليل تلوث البحيرة.

زيادة الملوثات بالمدنية الحديثة فى منطقة هرارى أدت لزيادة مستوى المعادن الثقيلة بالبحيرة. الذى تعجب له العلماء هو أن نفوق الأسماك يحدث عادة فى المياه الباردة أوعند تغيير الحرارة فى أبريل أو مايو. ذلك لخلط طبقات مياه البحيرة بأنخفاض حاد لحرارة سطح ماء البحيرة والطبقات الأقل تلوث تصبح أبرد وأعمق من الطبقات العميقة التى ترتفع بدلاً عنها. الطبقات العميقة التى تصعد هى الأكثر تلوث والتى تقتل أسماك البحيرة.

قد توجد بعض العوامل الأخرى التى أثرت على موت الأسماك بالأضافة إلى التلوث العالى ولمستوى الأمونيا العالية فى المنطقة. فكما معروف السمية العالية للأمونيا والتى تظهر بالأتساع الكبير لفم الأسماك وأنتفاخ الرأس وذلك لنقص الأكسجين. كما أن تدفق الرواسب الطينية وتركيز كبريتات الألمونيوم العالى يؤدى لتراكم الرواسب فى الطبقات العميقة عند سقوط الأمطار. فتغييرات كيمياء المياه للبحيرة أدت كما هو واضح إلى فساد نوعية المياه.

أعصار كاترينا Hurricane Katrina:

الفيضان الهائل الذى دمر المدينة الساحلية الجميلة نيو أورليانز منذ سنوات قليلة، وجد الباحثون له فائدة علمية بأكتشافهم طريقة للتخلص من الكيماويات الضارة ببكتريا من عينات مياه فيضان أعصار كاترينا. هذه الأبحاث قد تفتح الباب على نطاق واسع فى المستقبل لتنقية ما يعرف بالمياه القصديرية. الآن مرحلة تطبيق هذا النوع من التكنولوجيا التى تستفيد من الميكروبات الممرضة المتكونة بمياه الفيضان فى الملوثات السامة والمسرطنة مثل المعادن الثقيلة والهيدروكربونات poly aromatic hydrocarbons.

كان من نتيجة هذه الأبحاث المتقدمة، أن قدم الباحثون الميكروبيولوجيون بجامعة داولينج فى أوكلاند محلول فعال ميكروبى للتنظيف خاص بالتفاعلات الكيميائية. من أحد أشهر هذه التفاعلات Fenton's reaction الذى يكسر ملوثات الماء كالفورمالدهيد والفينولات والمبيدات ويستعمل النحاس فى تحويل H_2O_2 إلى شقوق حرة وماء. الشقوق الحرة والجزيئات المحتوية على أكسجين عالى النشاط ترجع لهم المسئولية عن تحطيم الخلية وشيخوختها. الفريق البحثى درس قدرة الجزئيات على مهاجمة الغشاء الخارجى للميكروبات والقضاء عليها. فى هذا التفاعل أيضاً تم أختبار راتنج بوليمرى يرتبط بالنحاس منجزاً التفاعل ومنتجاً مواد فعالة لقتل البكتريا.

فى عينات صغيرة من ماء المعمل الملوث صناعياً بحوالى ٨ أنواع بكتيرية، وجد العلماء أن نزع السمية فى العينة يعتمد على الوقت حيث تكفى ٤٠ دقيقة لقتل ٢٤٠ مليون بكتريا فى حجم خمس ملعقة شاى صغيرة وبزيادة أعداد الميكروبات إلى ١,١ بليون فى نفس الحجم يلزم ساعة لقتلهم. من ميزات الطريقة عدم تسرب الشقوق الحرة الخبيثة للبيئة لأرتباطها بمعقد الراتنج-نحاس. علماء لويزيانا طبقوا هذه الطريقة فى مياه القناة الصناعية بعد أعصار كاترينا بنيو أورليانز، حيث لم يجدوا ميكروبات ملوثة بعد معاملة لمدة ١٥ دقيقة.

مجهودات تطبيق هذه التجربة فى المؤسسة العلمية الدولية نتج فى تكوين رقائق للبوليمر لها مظهر قطعة الورق الرملى. بمعاملة الرقائق بمحلول النحاس القابع على الماء الملوث وبإضافة بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 يأمل العلماء فى التأثير القوى الذى يمكن الأعتماد عليه فى النطاق الصناعى.

التلوث البيئى المحتوم من أثر فاجعة مثل الفيضان كان طريقة أكتشاف مذهلة، ولكن لا يمكن قبول أستعمال جريان مياه صناعية للتطبيق الواسع. التفاعل لا يحتاج أضافة طاقة لنزع التلوث وهذا من المميزات الأخرى. التفكير العميق فى التطبيقات الأخرى مثل معاملة حمامات السباحة بدون كلورين، أو تنقية المياه فى الدول النامية كالهند وبنجلاديش.

هذا المفهوم الحديث الشيق والمعقول Shah's purification concept فى تنقية مياه الشرب من أثر فاجعة الفيضان، أثارت حفيظة بعض العلماء من محاولة التطبيق فى حالة مثل تحطيم war-torn Somalia معقدأ المجهودات لتركيب أو أعادة أمداد مياه غير ملوثة على نطاق واسع. ولكن فى كل الأحوال فهى مجهودات ثمينة لتقديم مياه شرب آمنة لحل مشكلة من أكبر تحديات القرن.

ظاهرة النينو El Nino:

أقوى ظاهرة جوية على سطح الأرض ودورتها ٣-٧ سنوات تجلب الأمطار للبعض والجفاف للبعض الآخر. ينتج النينو من تغييرات الجو بالمحيط الهادى فالمياه الدافئة القادمة من أستراليا نحو بيرو والأكوادور تغير المناخ بحرارتها ومع الرياح تحدث مجارى الفيضانات. ظاهرة النينو الحديثة فى ١٩٨٩ حتى التدفئة التى حدثت فى المحيط الهادى ١٩٩١ إلى ١٩٩٥ مسجلة أطول فترة للظاهرة. ينتج أيضاً النينو من الجو غير العادى وتغييرات المناخ السريعة التى تسبب فقد المحاصيل والصيد التجارى. كذلك سبب فى شتاء متوسط لشمال أمريكا شتاء ١٩٩٢ وفيضان جنوب كاليفورنيا وجفاف جنوب شرق أفريقيا مما أدى لنفوق الآلاف من الحيوانات المتوحشة وسط وجنوب أفريقيا تأثر ٢٠ مليون بالمجاعة.

الكثير من البلاد مثل كندا التى فشلت فى أنتاج القمح وأمريكا اللاتينية والفلبين وسيريلانكا وأستراليا وتركيا شاهدت فيضانات وسقوط الثلوج. جنوب المحيط الهادى شاهد عدد غير عادى من الأعاصير فى شتاء ١٩٩٢. وجود أكبر مركز أنشطة بركانية فى قاع جنوب شرق المحيط الهادى، حير العلماء ما أذا كانت الأنشطة البركانية كافية لتغيير حرارة الجو فى هذه المنطقة.

حيث أن النينو ينتهى بأنتقال الماء الدافئ للقطبين الشمالى والجنوبى مفرغاً الطاقة المخذنة، ويحتاج عامين على الأقل للظهور مرة أخرى بأمتلاء غرب المحيط بالماء الدافئ.

تسرب البترول Oil Spills:

البترول الزيت الخام ونواتج تكريره مثل القار والجازولين والكيروسين يمكن أن يحدث له تسريب مأسوى من مستودعاته أو من المناطق السكنية. الحدوث الطبيعى أو بفعل الأنسان من الأستهلاك ووسائل النقل يفقد حوالى ٣٨٠ مليون جالون للمحيط كل عام. تم منع التسرب أثناء الأنتاج ومناطق حقول الأكتشاف ومعظم التسريبات هى مياه أستخلاص من المخاذن وتصل للبحر. أما تسريبات وسائل النقل أثناء توزيع البترول بالسفن أو من الأنابيب فهى الأكثر شيوعاً وتصل نسبتها ٢٢%. وهناك نسبة قليلة من القوارب العديدة المنتشرة مسببة تلوث البحر.

لذلك فأن الأستهلاك الحريص من نواتج البترول فى المعدات ووسائل النقل يجنب التسرب البترولى. تأثير التسريب خاصة لو كان بكميات كبيرة مميت للأحياء المائية مثل طيور ونسور البحر والثدييات مثل الحيتان وكلاب البحر. وحتى فى عدم نفوق هذه الكائنات فأن كفاءة الغذاء سوف تقل وسرعة النمو والتكاثر والمناعة من الأمراض. فالبترول قد يزيد تأثيراته السامة فى وجود ملوثات أخرى فتزيد سرعة النفوق أو فشل التكاثر.

من أكبر تسريبات حقول البترول فى التاريخ فى حرب الخليج ١٩٩١ Persian Gulf War, Kuwait حيث تسرب حوالى ٥٢٠ مليون جالون من الزيت. صدرت الكثير من القوانين Oil Pollution Act ما بين المتسبب فى التلوث ومصدرى البترول لزيادة سرعة وفاعلية مجهودات تنظيف البقع الزيتية. وهو ما ظهر أثره على الأعلام الذى ركز على التسريبات الزيتية وبحلول عام ٢٠٠٠ قلت تسريبات السفن للمحيط.

برغم هذه المجهودات فأن التنوع البيئى يتأثر بما فيه الكائنات الدقيقة التى تستعمل الزيت كمصدر للطاقة. كما إن تأثيرات التسريب بقرب السواحل ولو لمرة واحدة تكون معنوية جداً. خاصة للأعشاب والغابات البحرية والكابوريا والجمبرى حيث تزيد الوفيات بسبب تحطيم

تركيبها الطبيعى. والتكنولوجيا الحالية مثل معدات السحب والغسيل بالضخ ومواد الأدمصاص والمعاملة الكيميائية غير كافية لتنظيف البقع الكبيرة.

أكتشف العلماء وطوروا سلالات بكتيرية للقضاء على البقع الزيتية ولكن إستعمالها فى البحر مازال تحت التجربة. وقد يحدث تنظيف طبيعى للبترول فى الماء خاصة للكميات الخفيفة بالتبخير خلال الأيام الأولى تبعاً للظروف البيئية والأكسدة الضوئية والتحلل الكتيرى والفطرى. الكمية التى تذوب فى المياه تزيد سمية المياه للأحياء وقد تقبع فى قاع البحار. وتختلف التأثيرات البترولية على حسب حساسية التنوع البيولوجى ونوع البقع المتسربة وتيارات وأمواج المحيط والوقت من السنة وأستعمال الشواطئ العامة ونشاط الصيد ومجهودات التنظيف. يجب تكاتف كل مجهودات المجتمعات والحكومات لتقليل التلوث البترولى والتأكد من سلامة أنابيب النقل للمصانع.

التحسين يجب أن يشمل السلامة العامة لمستوى المستودعات والمخاذن وتجنب عمليات النقل فى المياه الدولية غير المسئولة من المصانع أو الحكومات. والبحث كذلك عن مصادر للطاقة غير وقود fossil fuels والتى يصاحبها مشاكل أقل للهواء والماء.

تسريب الكيماويات Chemical Accidents and Spills:

قد تحدث حوادث نتيجة تصنيع وتخذين ونقل الكيماويات التى قد تكون قابلة للأشتعال أو سامة وضارة للبيئة والكائنات الحية. تدخل الكيماويات فى معظم النواتج اليومية ومصادرها من البترول والذى يكرر إلى وقود أو مواد دهانات وبلاستيك وصبغات وأحبار وبولى أستر والعديد من النواتج الأخرى. وتسمى هذه المواد الكيماويات العضوية وتوجد الكيماويات غير العضوية مثل الأحماض والسيانيدات والمعادن وتصنع منها جسم السيارات والكمبيوتر ومحتويات دوائره الكهربائية.

أكثر من ٤٠ ألف مادة كيماوية فى أستعمالها التجارى يمكن أن يحدث لها تسريب وأحتمالات الحوادث البسيطة أو الكبيرة من أماكن الحفر لأبار البترول إلى المصانع والجالونات وبطول الطرق إلى أماكن التوزيع. أحد الحوادث التى وقعت وبدون تحذير ما حدث فى ١٩٨٤ بمصنع

مبيدات فى الهند. حدث تسريب لفشل الطرق الميكانيكية مما أدى لتكون سحابة مميتة من ميثيل أيزوسيانات فوق المدينة وتوفى حوالى ٢٠٠٠ شخص فى الحال وحوالى ٨٠٠٠ بعد الحادث.

بعد أقل من عام، جدثت سحابة مماثلة من وحدة عامة لأنتاج نفس المادة فى أحد معاهد غرب فرجينيا بأمريكا. مما دعى الأعلام أن يناشد بتوقيع ما عرف بـ Emergency Planning and Community Right to Know Act of 1986 (EPCRA) وأمداد الشركات بمعلومات عن الكيماويات السامة. وبدأت الولايات فى مواجهة تخطيطية لمثل هذه الحوادث مثل الحرائق والأنفجارات والفيضانات التى تنتج من تسريب الكيماويات للبيئة. فى عام ١٩٩٠ طالبت قوانين الهواء النظيف Clean Air Act المصانع والشركات الكيماوية بوضع تصور لأكثر خطورة محتملة، برغم أعتراض المصانع على نشر هذا للعامة. من ناحية أخرى، تم تعريف أكثر من ٦٥٠ مادة كيماوية سامة للمصانع بواسطة منظمة حماية البيئة الأمريكية EPA عام ٢٠٠٣.

خطورة الموضوع تمثلت فى أن المركز القانونى للبيئة العامة بين أن ٣٤,٥٠٠ حادثة مواد سامة حدثت ما بين ١٩٨٨-١٩٩٢ أى حوالى ١٩ مرة يومياً فى الولايات المتحدة. ولأن الخطورة تقع أولاً على عمال الأطفاء، ففى ١٩٨٨ قتل ٦ من رجال الأطفاء بمجرد وصولهم مكان حريق مخذن نترات أمونيوم فى ميسورى. مما أستدعى أنشاء قسم خاص للتعامل مع المواد الخطرة فى مركز أطفاء مدينة كنساس بميسورى. كذلك بالنسبة مركز وسائل النقل ووضع علامات على عربات النقل الضخمة التى تحمل المواد الخطرة أو السامة.

أرقام الخطورة تباينت من مواد قابلة للأشتعال لمواد متفجرات لغازات سامة ومواد مؤكسدة ومواد مشعة. كذلك فاللون الأزرق يدل أنها مواد مميتة والأحمر على أنها مشتعلة والأصفر نشطة فى التفاعل وهكذا. ومن المواد شديدة السمية السيانيد والكلورين والتى تملك تأثيراً سريعاً فى المنطقة السكنية المحيطة. المواد الأخرى التى تسبب طفرات وسرطانات يظهر أثرها فى خلال ٢٠-٣٠ سنة بعد التسريب.

كما حدث فى قرية شمال ميلان بأيطاليا ١٩٧٦ بأنفجار مفاعل كيماوى لمادة 2,4,5-trichlorophenol. تكونت بعدها سحابة من dioxins جانب مصنع المبيدات وسرعان ما أنتشرت. حوالى عام ٢٠٠٢ وجد العلماء أن السيدات المتعرضات لهذه السحابة بتركيز عالى

ظهر عليهم سرطان الثدى وتركيز المادة السامة فى الدم. التأثير الآخر هو ecotoxicity الذى يظهر على البيئة من التسريبات البترولية فى البحار والأنهار.

التعامل مع التسريبات الكيماوية يتباين ما بين تنظيف التسريبات الصغيرة الحجم بدفت التربة الملوثة فى أماكن خاصة، وأدمصاص البقع الزيتية الطافية على سطح المياه. من الطرق الحديثة بكتريا لتحويل الملوثات bioremediation ومواد مؤكسدة مثل الهيدروجين بيروكسيد والأوزون لتكسير الكيماويات.

الحوادث النووية Nuclear Accidents:

من الكوارث الطبيعية التى يسببها الأنسان تعد الكوارث النووية الأكثر تدميراً. فالأشعاع الناتج من الكارثة له تدمير حاد ومزمن acute and chronic وخلال منطقة جغرافية واسعة. وتصل فترة نصف العمر half-lives الخاصة بالتلوث الأشعاعى لمئات السنوات. المفاعلات النووية لأنتاج الطاقة الكهربية والفواقد النووية ومخذنات الوقود الأشعاعى من الأهداف التى يخشى عليها فى الهجوم أوصنع القنابل غير النظيفة. من الأنبعاثات الأشعاعية strontium-90 & cesium-137 لهما فترة نصف عمر ٣٠ سنة بينما iodine-131 فترته ٨ أيام لكنه يسبب سرطان الثيرويد. أيضاً السيزيوم يحدث تداخل بينه وبين البوتاسيوم للكائنات الحية فى الغذاء وبالتالى يتراكم بهذه الوسيلة. وكذلك السترونشيوم مع الكالسيوم حيث يتراكم فى العظم مسبباً سرطان أو تحطيم خلايا نخاع العظم.

لعل حادثة تشيرنوبيل فى أبريل ١٩٨٦ من أشهر هذه الحوادث التى حدثت فى المحطات النووية. أكثر من ثلاثين شخص قتلوا فى الحال، وكان الأشعاع المنبعث أقوى ٣٠-٤٠ مرة عن القنابل النووية التى سقطت على اليابان فى الحرب العالمية الثانية. كما هجر مئات الآلاف من المحيطين بالمنطقة الملوثة وأنتشر الأشعاع إلى مناطق أوربا وآسيا القريبة. السبب فى الكارثة معاناة المفاعلات وعدم ثباتها فى الطاقة القليلة وحساسيتها وصعوبة التحكم فى زيادة الطاقة. والحادثة حدثت عند تجربة فاشلة لأحد المفاعلات فى وقت قفل لنظام التبريد الطارئ. مما أدى لنقص مفاجئ لطاقة المفاعلات وعطل وأنفجار هائل لمعدن قضبان المفاعل.

لكن لا يمكن رصد الأثر الصحى للأنفجار حيث لا يزال ٣ مليون شخص أحياء فى المناطق الملوثة، وعشرة آلاف شخص فى تشيرنوبيل. ولم تقفل المحطة حتى ١٥ سنة بعد الحادثة برغم ظهور سرطان الغدة فى المناطق الملوثة ١٩٩٠. وتركيا جنوب المنطقة بحوالى ٩٣٠ ميل زادت فيها حالات لوكيميا أكثر ١٢ مرة عن المعدل.

فى عام ٢٠٠٠ حدث أنفجار فى مفاعل روسى آخر بغواصة نووية Russian nuclear submarine ووصف الرسميون ما حدث بأنه غرق لأنبوب الطوربيد النووى العملاق. ويعد هذا الحادث هو السادس فى الغواصات النووية منذ ١٩٦٣ التى أستقرت فى قاع المحيط على عمق ٤٥٠٠ قدم حيث الأحياء البحرية. لذلك أستخدم الأسطول الأمريكى معادن مفاعلات السفن من مواد مقاومة للصدمات فى البحار. النظرية تعتمد على أن معدن الحماية يتآكل بمعدل جزء فى المليون من البوصة فى السنة حيث أن قضبان المفاعل الغارق قد تستمر لقرون بدون تآكل، فى وقت يتناقص فيه النشاط الأشعاعى.

حوادث التعدين Mining Accidents:

بعض الحوادث البيئية الشهيرة هى ما يتعلق بصناعة التعدين، منها أتصال مياه الأمطار أوالثلوج المنصهرة drainage مع المعادن المترسبة مما يحطم النظام البيئى والفلورا بالمنطقة الملوثة. التعدين وصنع السبائك قد يسرع من طرق الكوارث الطبيعية. على المدى الطويل مثلا يزيد التعدين من حموضة مجارى المياه وترسيب المعادن فى مياه الصرف أو تطايرها مع ذرات التراب. مثل هذه تعتبر كيماويات سامة تحتوى على السيانيد والرصاص تنتقل بعيداً عن مكان التعدين بالمياه أو الرياح والتربة الملوثة والمياه الجوفية والأنهار والجو وتتوزع لأماكن مختلفة. وبعض هذه الملوثات يصعب التخلص من سميتها الشديدة.

التعدين له أيضاً أثار قصيرة المدى تختلف فى شدتها بين توزيعها فى الأماكن الجغرافية topography ونزع الزراعات. فى حالات كثيرة يمكن تقليل هذه التأثيرات أو تجنبها بوضع خطة تشمل مرحلة علاجية، كما حدث فى منجم ذهب بولاية نيفادا ١٩٩٩ حيث أستلموا جائزة التمييز من الولايات الأمريكية ومنظمات التعدين الفيدرالية والبيئة. وفى منجم آخر للذهب فى كلورادو كان يعمل فى فترة ١٨٧٠-١٩٩٢ أصبح مثال للتلوث البيئى كما بينت منظمة الحماية

البيئية الأمريكية ١٩٩٤. بعض العوامل أثرت على البيئة مثل الخواص الجيولوجية فى منطقة التعدين من مياه حامضية ونقص محاليل السيانيد المستخدمة فى أستخلاص الذهب وخطوط مضخات مكسورة وتسريب محاليل ملوثة بالسيانيد للمنطقة المحيطة. تسريب مياه التعدين الملوثة يسبب تصحر لأراضى كثيرة، لذلك فالعلاج يشمل مشروعات لدفن فواقد التعدين فى أماكن حفر واسعة مما يقلل الماء الملوث فى الأرض وأعادة زراعة الأراضى بعيداً عن الأنابيب الجوفية. حماية الأحياء المائية فى الأنهار وحماية الصحة العامة من الأهداف العلاجية لمثل هذه المشاريع.

من المناطق الأخرى التى طلبت المنظمة دعم مالى من أجلها، جبل تعدين الحديد فى كاليفورنيا ١٩٨٣. حيث بدأ العمل فى تعدين النحاس والذهب والفضة والزنك من ١٨٧٩ وحتى ١٩٦٣ بأستعمال الطرق الجوفية والمناطق المفتوحة. أحتوى المكان على مناجم غير نشطة وحفر عديدة للفواقد للكميات الضارة من الأحماض غير المعاملة والمياه الغنية بالمعادن. العمليات التعدينية المنتشرة بالجبل يغير من هيدرولوجى المنطقة وتعريض المعادن للأكسجين والماء يسبب حموضة شديدة فى مجارى المياه. ينتج من هذا موت الأسماك والخطورة الصحية من مياه الشرب، ولذا تشمل العلاجات حماية سطح الماء من التلوث بمناطق واسعة مخصصة وتحويل المسارات لروافد مخصصة والسيطرة على المياه التعدينية. كذلك تشمل الوسائل قنوات معدنية لضمان آمان العمال والمعدات لنزع الفواقد التعدينية.

الباب الثامـــــن

مشكلة مواجهة التلوث Pollution Control

نظراً للتطور الصناعى السريع و الحضارة و المدنية يتجه العالم الى البحث عن البيئة النظيفة ومواجهة نقص المصادر الطبيعية. المؤتمرات التى جرت فى هذا المجال فى السنوات الأخيرة دقت أجراس الخطر مشيرة للكائنات المهندسة وراثياً ودور الشركات البيوتكنولوجى وسلامة منتجاتها. من وسائل تنظيف البيئة أنتشر ما يعرف bioremediation المعاملات الحيوية لفوائد البيئة السامة مع التحفظ على هذه الطرق لما حولها من علامات إستفهام للميكروبات المحورة وراثياً. هذا التحور الوراثى للميكروبات أو النباتات المستخدمة بغرض رفع كفاءتها حتى تصبح مناسبة لتقليل الملوثات الخطرة بيئياً.

أستخدام التكنولوجيا فى تنظيف البيئة:

هناك أمثلة لأستخدام التكنولوجيا فى تنظيف البيئة كبديل لأستخدام التخمر fermentation technology على سبيل المثال نجد أستعمال البيوتكنولوجى لتقليل الضرر الواقع على البيئة. كمثال طريقة provesteem (single seed protein) بأستعمال ٦٠% بروتين وفيتامينات ومعادن أساسية كأضافات غذائية للأنسان أو الحيوان. وتشتق الطريقة من أنتاج الميثانول أو الأيثانول من بقايا الغذاء للدول قليلة الأحتياط البترولى أو من تكوين البترول أو الغاز الطبيعى أن وجد بوفرة.

فى صناعة الورق يوجد مشكلة نزع اللجنين بكفاءة وبدون التأثير على ألياف السليلوز عالية الطاقة والتكلفة لذلك كانت تستعمل طريقة pulp bleaching technology. لتقليل التلوث البيئى وتكلفة الطاقة تجرى بعض المعاملات الحيوية الصديقة للبيئة. حيث يمكن أستخدام الأكسجين أو chlorine dioxide أو أستبدالهما بفطر lignolytic fungi مما يقلل المركبات العضوية الكلورنية والداى أكسين. وفى دراسة حديثة أمكن أستخدام أشجار قليلة محتوى اللجنين بالهندسة الوراثية وزراعة الأنسجة أو تكوين لجنين من مشتق الميثوكسيل.

فـى صـناعة البلاسـتيك كانـت تـستخدم ألكينـات مـواد خـام مـن البتـرول مثـل أيثيلـين أو بـروبيلين فتتحول الـى أكسيدات الألكين ثم بلمرة لتكوين البلاستيك polyethylene, polypropylene. هذه المواد تؤذى البيئة و تلوثها، ولذلك يستخدم الجلوكوز مع الأنزيمات أو *Methylococcus capsulatus* أو بالتحور الميكروبى لأنتاج أكسيدات الألكين فى صورة نظيفة للبيئة.

التخلص من المعادن الثقيلة بواسطة Phytoremidiation:

فـى الـصناعات الحديثـة التـى تحتـوى المعـادن الثقيلـة مثـل الزئبـق والرصـاص والكـادميوم الـسامة لمهاجمتها الجهاز العصبى ولذلك يلزم تقليلها فى نواتج أنبعاثات المصانع وقبل صـرفها فـى الميـاه و الأراضــى. تمــت تجربــة البكتريــا والطحالــب كطريقــة امنــة بيئيــا (phytoremidiation) لأسـتخلاص هـذه المعـادن الـى داخـل جـدر خلاياهـا وحمايـة البيئـة المحيطـة. ومـن تطبيقـات هـذه الطـرق تنظيـف الميـاه الجوفيـة ومجـارى الميـاه والتربـة وبعـض الـشواطئ كمـا حـدث فـى ألاسـكا ١٩٨٩ من تلوث بترولى خطير على مساحة ٧٠ ميل وأيضاً لملوثات ناتجة من المـواد الكيميائيـة بأستخدام البيولوجيا البيئية.

مـشكلة المعـادن الثقيلـة والمـشعة heavy metals, radionuclides أو مـشكلة وجـود الألغـام الأرضـية تعتبـر مـن مـصادر التلـوث للتربـة والميـاه. ويعتبـر التعـدين وأحتـراق الفحـم والمبيـدات والأسمدة هى المصادر الأساسية لهذه الملوثات. تشمل طرق المقاومة نقل ودفن التربة الملوثة فى أماكن مخصصة أو تثبيت المعادن لعدم حركتها أو غسلها بمحاليل حامضية لأمتـصاص المعـادن مـن التربـة وتبلـغ تكلفـة الطريقـة ٧ بليـون دولار فـى أمريكـا مـن التكلفـة العامـة للـتخلص مـن كـل الفواقد الخطرة التى تبلغ ٤٠٠ بليون دولار. الطرق الميكروبيـة الحيويـة أقل تكلفـة حيث تـستعمل النباتـات المحـورة فـى تجميـع وتـراكم معـادن كثيـرة أساسـية للنمـو والتـى لـيس لهـا دور بيولـوجى ومنها المعادن الثقيلة.

عامـل هـام فـى هـذه الطـرق هـو أتاحـة bioavailability المعـادن الثقيلـة لمحتـوى النباتـات. لـذلك يمكن أضافة chelating agents لتكوين معقدات مع هذه المعادن أو بتغيير حموضـة التربـة pH بأضــافة أسـمدة تحتـوى أمونيـا مـثلا أو بـأختزال الأكاسـيد فـى التربـة بحمـض الأسـكوربيك حيـث

تدمص المعادن أو بكائنات دقيقة حتى تحسن من أتاحة بعض المعادن. أيضاً طبيعة النبات plant biology المستعمل لهذه الطريقة فمثلاً جذور النبات تحتاج أن تحرك هذه المعادن المدمصة إلى محاليل التربة. هذا الدور بمساعدة root colonizing bacteria, mycorrhizal fungi بتكوين معقدات مخلبية مع المعادن أو أختزال المعدن وربطه بأغشية البلازما أو بأنتاج بروتونات تجعل وسط التربة حامضى.

قد يخذن المعدن فى الجذور أو ينتقل بعصارة النبات بدور مساعد يقوم به phytochelatins مثل Cd-citrate وكذلك nicotinamine الناقل للمعادن الثقيلة. مقاومة المعادن الثقيلة ومنع سميتها detoxification قد ترجع لوجود أنزيم الفوسفاتيز الحامضى فى جدر الخلايا. بعض النباتات hyperaccumulators قد تحتمل التركيزات العالية من هذه المعادن ويمكن أن تستعمل فى عمليات تنظيف البيئة. طرق عمل هذه النباتات تشمل phytoextraction, rhizofiltration, phyto-degradation, phytostabilization .

النباتات المحورة وراثياً plants transgenic لها القدرة أن تنزع سمية detoxification المعادن الثقيلة من الأراضى الملوثة بالمعادن Hg, Al, As والمتفجرات مثل trinitrotoluene (TNT) . الزئبق ينتج من الكيماويات والأوراق والتعدين ومصانع الأسلحة ويسبب سمية للأنسان ومشاكل بيئية خطيرة فى الدول النامية والمتقدمة. النباتات المهندسة *Arabidopsis thaliana* تستعمل جينات بكتيرية للقيام بدورها mercury reductase, organomercurial lyase لتقليل أثر الزئبق.

$$R - CH_2 - Hg + H^+ \longrightarrow R - CH_3 + Hg(II)$$

$$Hg(II) + NADPH + H^+ \longrightarrow Hg + NADP + H_2$$

كما أن الألمونيوم يسبب سمية التربة و تقوم النباتات المحورة بالتخلص من هذه السمية بواسطة جين أنزيم citrate synthase بأنتاج مستوى عالى من السترات، وقد يرتبط الألمونيوم بالسترات الموجودة بالتربة. هذا الجين موجود فى نباتات الدخان والباباظ والأرز والذرة مما يجعلها مقاومة وتحتمل التلوث بالألمونيوم. والزرنيخ أيضاً الذى يهدد العديد من البلدان ويؤثر على صحة الأنسان يسبب سرطان الرئة والكلية والكبد ويؤثر على الجلد والجهاز العصبى. النبات المحور وراثيا *Arabidopsis thaliana* له القدرة على تحمل التلوث بالزرنيخ بأنتقال جينات بكتيرية تنتج أنزيمات arsenate reductase, γ-glutamylcysteine synthetase

.الأنـزيم الأول يحـول الزرنيخـات الـى زرنيخيـت والأنـزيم الثـانى يـستخدم الأحمـاض أمينيـة جلوتـــامين وســـستايين لأنتـــاج الثيـــول العـــضوى RS ويـــشمل الجلوتـــاثيون GSH و phytochelatins PCs ليرتبط بالأرسينيت

$$AsO_4^{3-} + 2\,GSH \longrightarrow GS\text{-}SG + AsO_3^{3-} \quad RS$$

$$Glu + Cys \longrightarrow \gamma\text{-}Glu\text{-}Cys \longrightarrow As \nearrow$$

المتفجرات التى تلوث الأرض والمياه الجوفية تسبب مشاكل بيئية خطيرة لعدم تكسرها فـى البيئة الطبيعيـة. فعلـى سبيل المثـال TNT يـسبب الأنيميـا وسـرطان الكبـد. فـى عـام ٢٠٠١ تـم أكتشاف نبـات الـدخان المحـور وراثيـا بقدرتـه علـى نـزع سـمية TNT. ذلـك بأدخـال جـين المـسئول عـن nitroreductase المفصول من *Enterobacter cloacae* والذى يكسبه صفة التحمل.

ومن الأبحاث الحديثة فى هذا المجال قدرة جذور نبـات الشاى *Camellia sinensis* فـى وجـود مركبـات الفلوريـد وأحمـاض عـضوية والكاتـشين علـى الـتخلص مـن الـسمية الخاصـة بـالألمونيوم (Morita *et al.*, Phytochemistry, 2008). كما أن هناك نباتات أخرى مثل *Brachiaria decumbens* والتـى لهـا القـدرة علـى النمـو فـى تربـة ملوثـة بالمعـادن بـدون ظهـور أى أعـراض سمية. خاصـة فـى وجـود المركـب المخلبـى EDTA (ethylenediaminetetracetic acid) ولكـن الأقـل ضـرراً منـه علـى البيئـة هـو المركـب EDDS (ethylenediaminedisuccinate) (Santos *et al.*, Chemosphere, 2006).

Biodegradation of pollutants المعاملة البيولوجية للتخلص من الكيماويات الضارة

المعاملـة البيولوجيـة كتـدريب طويـل الأجـل قـد بـدأ فـى مـدن عديـدة مـع الكثيـر مـن المواجهـات والمعوقـات. ولكـن البيوتكنولـوجى تخـدم هـذا المجـال أيضاً ففـى شـركة *BioTechica* بأمريكـا يـستعملون تحليـل اللجنـين لمعاملـة البايفينيـل متعـدد الكلـور والدايوكـسين polychlorinated biphenyls (PCBs) and dioxin . أيضاً شركات *ICI* and *Ciba-Geigy* يستعملون نـزع الـسمية بالأنزيمـات لتكسير مـواد الـسيانيد ومـشتقات مبيـدات الحـشائش المخلقـة S-triazine. التحـورات الميكروبيـة تفيـد لمركبـات halogenated bibenzodioxins, dibenzofurans

لتجنب مشاكل التلوث بهذه المركبات. التحليل الميكروبى يستعمل أيضاً لمشتقات chloromethanesالأحادية والثنائية والثلاثية ورباعى كلوريد الكربون.

يتم أستعمال الكائنات الدقيقة الطبيعية لمعالجة تلوث التربة والمياه الجوفية خلال ثلاثة مجالات، الأول منها Inoculation with nonindigenous bacteria البكتريا القادرة على تكسير الملوثات فى وجود توازن طبيعى لنمو البكتريا، والمجال الثانى Introduction of H_2O_2 / nutrient formulation for indigenous microbes لنقص العناصر الغذائية والأكسجين فى باطن الأرض ومساعدتها على تمثيل الملوثات. المجال الثالث معاملة الملوثات فى bioreactors فى الحفاظ على الأكسجين والعناصر الغذائية.

تعتبر معاملة البقايا السامة قبل أن تصل للبيئة وضع أفضل بشرط المعرفة الكاملة بالبقايا السامة وطبيعة المعاملة. هذه الطرق تؤثر على التكلفة الأقتصادية للمصانع فى وجود وحدة bioreactor للتحليل الحيوى للفواقد الصناعية بالبكتريا التى قد تكون معاملة وراثياً مع تطوير التكنولوجيا الحيوية. من هذه الأمثلة التحليل الحرارى لليوريا التى تستهلك الطاقة وتستبدل بأستعمال ureolytic, nonureolytic bacteria التى تحتمل تركيز النتروجين. فى الصناعات البتروكيميائية ينتج من البروبيلين propylene oxide, propylene glycol, polyols تحتاج أكسجين وكلور بكمية كبيرة وتستبدل ببكتريا *Pseudomonas, Aerobacter* التى تقوم بالتحليل الحيوى بكفاءة عالية منتجة أحماض متطايرة لاكتيك وبيروفيك وفورميك ثم تحللها إلى CO_2, H_2O.

عمليات تكرير البترول وأنتاج الغاز والراتنجات والدهانات تنتج الفينولات فى الماء الفاقد مكسبة أياه طعم ورائحة غير مقبولة. بتفاعل الفينولات مع الكلور يتكون الكلوروفينول الذى يحتاج للأكسجين وهو سام للأسماك. مخلوط من البكتريا يمكن أن يحلل الفينولات حتى تركيز ٢٨٠٠ جزء فى المليون وكذلك أمونيا وثيوسيانات وسيانيد وبالتالى يصلح لمعالجة الماء الفاقد من نواتج تكرير البترول. هذه الطريقة يمكن أن تحلل الفينول والكاتيكول والكريزول والمركبات الغير فينولية الموجودة فى فاقد عملية التكرير.

الميكروبات المهندسة وراثياً أيضاً لها دور فى الكشف عن polyaromatic hydrocarbons (PAHs) فى التربة و تحليلها. من هذه المركبات naphthalene, phenanthrene,

anthracene التى توجد فى التربة لتسرب بقع نواتج بترولية. فى هذه الحالات يتم نقل جين من بكتريا *Vibrio fischeri* تعيش فـى أسماك أعماق البحار light generating organisms إلى بكتريا *Pseudomonas fluorescens* فى الأراضى الملوثة بهذه المركبات. فالدور الذى تقوم به البكتريا المحورة هو تحليل النفثالين والذى يمكن الكشف عنه بالحساسية للضوء.

دور البيوتكنولوجى فى البيئة Biotechnology & Environment

زاد الأهتمام بالبيئة النظيفة بزيادة التقدم الصناعى الهائل ومحاولات تقليل أستخدام المصادر الطبيعية. وكان للبيوتكنولوجى دوراً هاماً فى التحكم فى التلوث Pollution control ومن أجل هذا عقدت أهم ثلاث مؤتمرات فى السنوات الأخيرة، المؤتمر الأول فى السويد ١٩٧٢ First Conference on *the Human Environment* الذى أهتم بالفقر كأحد العوامل الملوثة. وبعد عشرون عاما فى الأمم المتحدة عقد مؤتمر البيئة والأنتاج United Nations Conference on *Environment and Development* الذى ناقش الحلول الممكنة فى ١٦٦ مدينة. والمؤتمر الأخير World Summit on *Sustainable Development* عقد فى جنوب أفريقيا ٢٠٠٢ لمناقشة التغييرات المناخية والحفاظ على المصادر الطبيعية. من المشاكل التى ناقشها علماء البيئة أنتاج كائنات مهندسة وراثياً وأنبعاثات شركات البيوتكنولوجى والأمان الحيوى للمنتجات. وأقترح أنه فى المستقبل يجب مناقشة التقارب بين الدول النامية والدول المتقدمة فى مواجهة المتطلبات والأحتياجات.

من أمثلة التصنيع التكنولوجى النظيف ما يحدث فى تكنولوجيا التخمر fermentation technology والتى تقلل من التأثير الضار على البيئة نتيجة للعمليات التصنيعية. مثال provesteem نسبة إلى مكتشفه فيما يسمى single seed protein (SSP) يحتوى على بروتين وأحماض أمينية أساسية ومعادن كمصدر غذائى للحيوان أو الأنسان فى الدقيق. قد يشتق أما من الميثانول والأيثانول (feedstocks) من الغاز الطبيعى والبترول أو من بقايا الغابات والزراعات أو من سكريات الجلوكوز والسكروز حيث تتخمر كل المواد المستعملة.

المثال الثانى فى صناعة الورق حيث تستبدل عملية تبييض لب الخشب pulp bleaching التى يصاحبها عمليات بيئية خطرة. والهدف من هذه الخطوة نزع اللجنين بدون تحطيم ألياف السليلوز

عالية التكلفة وعالية الطاقة، ولخطورة عملية التبييض تستبدل بعمليات كيميائية وميكانيكية. نزع اللجنين بالأنزيمات المحورة كعمليات حيوية طبيعية يقلل تكاليف الطاقة ويقلل الخطورة البيئية. كما أن أستبدال الكلورين المستخدم فى التبييض بالأكسجين أو ثانى أكسيد الكلورين يقلل من كمية chlorinated organic compounds, dioxins أو قد تستخدم فطريات lignolytic fungi. من الأنزيمات الهامة lignolytic enzymes, xylanases تقلل محتوى اللجنين أثناء تكسير اللجنين ومعقد اللجنين- زيلان فى الأخشاب الصلبة. فى المستقبل سوف توجد الأشجار المهندسة وراثياً الهامة لصناعة الورق والتى تمتاز بقلة محتواها من اللجنين أو تحتوى على لجنين وميثوكسيل أو قلة مشاركة اللجنين مع الهيمى سليلوز.

صناعة البلاستيك هو مثال آخر وهى التى تستعمل الزيوت كمواد خام حيث يتحول الألكين مثل الأثيلين والبروبلين إلى أكاسيد الألكين والتى يحدث لها بلمرة مثل polypropylene لعمل الأوعية البلاستيكية، polyethylene وتسرب المواد الخام قد يسبب تلوث بيئى. لذلك قد تستبدل هذه المواد بسكر الجلوكوز الذى يتحول إلى أكاسيد الألكين بالأنزيمات أو الميكروبات.

البيوتكنولوجى والأنبعاثات التصنيعية:

الأنبعاثات المصنعية تحتوى العديد من المواد السامة التى يجب أن تعامل لتقليل خطورتها. وهذه المواد مثل المواد الصلبة العالقة والمركبات العضوية الذائبة والمعادن الثقيلة والسيانيد ومركبات الكلور. التركيزات العالية من النتروجين والفوسفور التى تؤثر على نمو النباتات وتقتل الحيوانات لتقليل الأكسجين وتنمى الطحالب غير المرغوب فيها. هناك مركبات أيضاً صعبة التحلل حيويا مثل غازات H_2S, SO_2 .

الأنبعاثات السابق ذكرها تحتوى على مواد عالية الأحتياج للأكسجين biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) وهذا هو سبب ضررها أذا ما تسربت للتربة أو المياه. الهضم غير الهوائى للأنبعاثات يقلل من BOD بنسبة ٨٠-٩٠% لكنها تحتاج مساحة كبيرة من الأرض، لذلك قد تجرى العملية فى وحدات مقفولة لأنتاج الميثان الذى قد يستعمل كوقود. كما إن المعاملة الهوائية للهضم قد تساهم فى تقليل BOD ولكن لمستويات أقل.

المركبات الكلورونية السامة من صناعة الورق تحتاج بكتريا aerated lagoons ونباتات ترسيبية activated sludge plants وكذا إستعمال نوع من فطريات الجذور لتكسير بوليمر اللجنين.

البيوتكنولوجى وتلوث المعادن الثقيلة الناتج من أنبعاثات المصانع:

الزئبق والرصاص والكادميوم من أمثلة المعادن الثقيلة التى تسبب التسمم بالمعادن الذى يؤثر على الجهاز العصبى، فالرصاص على سبيل المثال يسبب التخلف العقلى للأطفال. لذلك يجب التخلص من هذه المعادن من أنبعاثات المصانع قبل أن تلوث التربة والمياه. بعض أنواع البكتريا والطحالب لها القدرة على التخلص من هذه المعادن وتخذينها داخل جدر خلاياها. وللبيوتكنولوجى دور فى هذه الخطوات للتخلص من المعادن الثقيلة فى الأنبعاثات المصنعية. ويمكن الحصول على هذه المعادن من الميكروبات فى طرق تسمى phytoremediation.

البيوتكنولوجى والمبيدات:

توجد تطبيقات التكسير الحيوى للملوثات بأستخدام البيوتكنولوجى فى العديد من دول العالم. ففى أمريكا توجد شركة *BioTechica* التى تحلل اللجنين بمعاملة المواد بـ polychlorinated biphenyls (PCBs), dioxin. وفى أوربا تعمل شركات *ICI, Ciba-Geigy* لنزع السمية بالأنزيمات لتكسير السيانيد ونواتج تخليق مبيدات الحشائش S-triazine. التحويل الميكروبى لبعض المركبات مثل biarylether, cyclic biarylketones, halogenated bibenzodioxins and dibenzofurans تلعب دوراً فى تجنب مشاكل هذه الملوثات. وعلى سبيل المثال سلالات *Pseudomonas* أختيارياً تنزع الأكسجين للموقع ٢،١ لمستبدلات biphenylether, xanthene, dibenzofuran, dibenzo-*p*-dioxin. كذلك يوجد التحلل الميكروبى لمركبات monochloro-, dichloro-, trichloromethanes, carbon tetrachloride.

لكن من الصعوبة بمكان التخلص ومعالجة الكثير من التركيبات السامة لتعقيد التركيب الكيميائى للملوثـات. لكـن عـادة تجفيـف ثـم حـرق المتبقيـات بـالفرن مـع المعـاملات الكيميائيـة وطـرق البيوتكنولوجى للتحليل الحيوى قد تكفى فى مشكلات كثيرة.

كمـا هـو معـروف أن المبيـدات الكيميائيـة الخاصـة بالحـشائش والحـشرات والفطريـات والأسـمدة الكيميائية تعمل على زيادة الأنتـاج. مع إن زيـادة أستعمال هذه الكيماويـات تسبب الخطـورة علـى البيئة والكائنات الحية لأن معظمها تعتبر مواد سامة سواء سلكت طريق التحلل الحيوى أو تحللت بواسطة كائنات دقيقة أو الأشعة فوق البنفسجية. وفى السنوات الحديثـة أنتشر مفهوم بـأن مبيدات الحشائش weedicides, herbicides التى لا تتحلل حيويـاً تـؤذى البيئـة. لذلك فلقد كـان الأتجـاه لمبيدات حشائش سريعة التحلل والصديقة للبيئة. وأنتشر فى الهند مثل هذه المبيدات المشتقة من أنظمـة حيويـة مثـل collago للـتحكم فـى حـشائش الأرز، ومبيـدات phosphoinothricin (Basta) للـــتحكم فـــى أوراق الحـــشائش، وتخليـــق مـــشابهات للـــسميات الميكروبيـــة مثـــل methoxyphenon التى تشبه anisomycin هى طرق التحكم فى الحشائش.

التحكم فى الحشرات والمبيدات الحشرية الحيويـة تطـور وتقدم كثيراً بواسطة الشركة الأمريكيـة *Ecogen Inc.* عـام ١٩٨٣. فعلـى سبيل المثـال تم الحـصول علـى معقدات *Heliothis* والتـى تتعايش متعاونة مع جذور الحشائش للقضاء على أثنين من أشهر آفات المحاصيل همـا دودة الـذرة ودودة القطـن budworm, bollworm. ذلك بأستخدام مبيدات حيويـة تـم تحضيرها بنقل جين مـــن *Bacillus thuringiensis* الـــى أى مـــن بكتريـــا التربـــة الطبيعيـــة أو إلـــى ســـلالة *Pseudomonas* التى أستعملت لمدة ثلاثين عاماً كمبيد حشرى.

ومـن هـذه المبيـدات الحيويـة أيـضاً والتـى تتكـون مـن الكائنـات الدقيقـة والتعـرض للـضوء الفـوق بنفسجى مبيد Monsanto المنتج بالهندسة الوراثية لبكتريـا التربـة الحيـة وتغطـى بهـا البـذور قبـل زراعتها، كذلك Mycogen الذى يقتل بكتريا متنوعة ويعرض لأوراق المحاصيل.

مبيدات الفيروسات أيضا تم تطويرها للمقاومة الناجحة وللسلالات التـى أصبحت تقـاوم المبيـدات الكيمائية. الفيروسات التى تقوم بعدوى الحشرات entomopathogenic viruses تنتمـى لعائلـة Baculoviridae وعائلـــة Reoviridae تـــم أســـتعمالها كمبيـــدات آمنـــة وفعالـــة. حيـــث تقـــوم

الفيروسات بدورها خلال الجهاز الهضمى للحشرة وبدون تأثير عكسى وآمنة حتى فى نطاق الأستخدام الواسع. وفى النطاق الواسع تحتاج إلى عائل حى أو خلاياه للتكاثر.

المبيدات والكيماويات المستعملة لمعالجة البذور قبل الزراعة، والتى قد تقتل الكائنات الدقيقة تسبب من ناحية أخرى تلوث التربة. لذلك يجب التفكير فى الطرق الفعالة والآمنة للبيئة eco-friendly والتفكير أيضا فى النواحى الأقتصادية. فتعرض التربة الزائد للضوء Soil solarization وتعنى التسخين الشمسى الفعال تعتبر أحدى الطرق الرخيصة وغير الخطرة لمقاومة أمراض التربة soil-borne diseases. لذلك تغطى التربة بطبقة بولى أيثين شفافة فى شهور الصيف وتنجح بالأخص فى دول المنطقة المعرضة بشدة ولساعات شمس طويلة. التأثير على محتويات التربة الحية وغير الحية ليس شديداً، لكنها تقلل من تكاثر الحشائش وتقلل الأحتياج للمبيدات وتعمل على الأحتفاظ برطوبة التربة. وحتى فى حال تحول الرطوبة الأرضية لبخار فأن هذا يساعد على قتل الفطر أو الحشرة أو النيماتودا مثل phytophthora, pythium, rhizoctonia, fusarium, sclerotium.

تجديد وترميم الأراضى المتدهورة Restoration of Degraded lands

زيادة الأنشطة البشرية أثرت تأثيراً سيئاً على الحياة الطبيعية ecosystems ومنها الأراضى المنزرعة. نصف هذه الأراضى على مستوى العالم تعانى حالياً من الملوحة أو الحموضة أو سمية الألمونيوم. وفى الدول المتقدمة والفقيرة تشكل أصلاح هذه النوعية من الأراضى أهتماماً كبيراً. كما أن هجوم التحضر والمدنية يساهم فى تقليل الأراضى المزروعة فى الأرياف والتى وصلت لحوالى الثلث فى الخمسين عاماً الماضية. الأنظمة البيولوجية المناسبة والبيوتكنولوجى لها دور فى حل هذه النوعية من المشاكل. من هذه الحلول أستعمال التكاثر الميكروبى وخاصة mycorrhizae فى تجديد الغابات، وتحسين خصوبة التربة بالبكتريا المثبتة للنتروجين مثل *Rhizobium* مع البقوليات و*Frankia* مع غير البقوليات، وأنتاج نباتات تحتمل ظروف الأراضى التى تحتوى على مثل هذه المشاكل، وأخيراً أستعمال ميكروبات ونباتات مهندسة وراثياً للتخلص من المعادن الملوثة للأراضى غير الصالحة. وسنورد بأختصار كيفية الوصول لهذه الحلول التى قد تبدو ذات قيمة فعالة فى السنوات القادمة.

أعادة تعمير الغابات والتى تمثل ٢٩-٣٤% من مساحة الأراضى على سطح الأرض وذلك بواسطة التكاثر الميكروبى. فمن ناحية أن الغابات تعد مصدر لبضائع الأخشاب وما تشكله ضمنياً كمصدر للطاقة وصناعات الأليف، كذلك تشكل أهمية فى ثبات المناخ والحفاظ على المياه والتربة. اليوم توجد فجوة كبيرة بين المطلوب والمتواجد من هذه الغابات والأخشاب والذى يمثل بالطبع مشكلة بيئية لا يمكن تجاهلها. أنتشار زراعة الغابات تزيد من خصوبة الأراضى وأنتاج المحاصيل المتحصل عليها من الأراضى التى تعانى من المشاكل. ففى مثل هذه الأراضى يمكن من نمو نوعية من الأشجار التى قد تستعمل فى تكاثر مستعمرات الكائنات الدقيقة للنباتات clonal multiplication أو مجال زراعة الأنسجة.

فى المناطق الأستوائية وتحت الأستوائية حيث تنتشر الصحارى وتصبح مشكلة التربة غير الصالحة موضع أهتمام يمكن زراعة أنواع من أشجار *Casuarin*. هذه الأشجار تثبت النتروجين وتزيد من خصوبة الأراضى الفقيرة فى النتروجين خاصة فى نموها السريع الذى يبلغ ١٥ متر فى الهكتار وفى السنة حتى فى ظروف التربة الفقيرة كما فى السنغال والصين. يمكن تحويل هذه الأخشاب إلى فحم أو خشب للأحتراق، كما يمكن تثبيت رمال السواحل الأستوائية وتحت الأستوائية بمثل هذه الأشجار.

أنتاج نباتات تحتمل وتقاوم الظروف غير الطبيعية كما فى طرق زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية. فمن هذه الظروف غير الطبيعية الملوحة وحموضة الأراضى والسمية بالألمونيوم والتى بدأ العلم فى أنتاج نباتات تقاوم هذه الظروف. النباتات التى ثبت نجاحها فى مقاومة الملوحة *Capsicum annuum, Citrus aurantium, C. sinensis, Hordeum vulgare, Nicotiana tobacum, Oryza sativa* and *Solanum tuberosum*. فصل الجينات أيضاً التى يرجع لها مقاومة الملوحة من طرق الهندسة الوراثية.

أختيار النباتات التى لها صفة مقاومة السمية للألمونيوم والتى أثبتت بعض النجاحات مثل الطماطم وفول الصويا والأرز والشعير والقمح. نجحت هذه الزراعات فى التربة الحامضية مع سمية الألمونيوم فى بولندا وكينيا وأثيوبيا والهند والأكوادور والبرازيل والمكسيك، وفى التربة الجافة والرملية بالبرازيل، وفى الأراضى القلوية الغنية بالكالسيوم بالمكسيك وأسبانيا والبرتغال وأمريكا، وبالأراضى الفقيرة فى النحاس والمنجنيز والزنك والغنية بالبورون كأستراليا. كما

أثبتت زراعات أرز Zhong Hua فى الصين مقاومة عالية للجفاف على مساحات تعدت ٢٠٠,٠٠٠ هكتار.

أستعمال mycorrhizae فى تجديد الغابات فى الأراضى التى تعانى من الجفاف ونقص المعادن، حيث يمكن لها أن تحسن من حياة ونمو البذور بزيادة محتوى الفوسفور مثلاً وتوفر المياه لزيادة طول وحياة جذور النباتات وحماية من الفطريات والأمراض. من هذه الكائنات ectomycorrhizae, vesicular-arbuscular mycorrhizae لضمان نمو مرغوب للغابات الأستوائية.

تحسين الميكروبات لخصوبة التربة يؤدى إلى زيادة حصول البذور على المعادن والمياه فى الأراضى غير الصالحة، لكنه لا يؤدى إلى زيادة خصوبة التربة – كما فى أستعمال mycorrhizae - بهذا النمو للنباتات وأستصلاح الأراضى. أما فى حالة بكتريا *Rhizobium* المثبتة للنتروجين وبكتريا *Frankia* genus actinomycetes المكونة للعقد nodules فى العديد من أنواع النباتات. هذه البكتريا تحسن من خصوبة التربة للأراضى غير الصالحة أو التالفة للنباتات الحولية البقولية وغير البقولية كالحبوب وبعض الأشجار.

الأراضى الملوثة بالمعادن الثقيلة من الأنبعاثات ناتج المصانع التى تحتوى كميات متنوعة من هذه المعادن، حيث تزيد المشكلة بالرى وتؤدى لتلوث الأراضى. لمنع وللسيطرة على تلوث الأراضى يمكن أستخدام البيوتكنولوجى، وكذلك للتخلص من المعادن الثقيلة للأراضى الملوثة. وفى هذه الطرق يمكن أنتخاب ميكروبات مهندسة وراثياً ونباتات وراثية لهذا الغرض. فى هذا المجال أيضاً البلاسميدات plasmids التى تستطيع أن تستخلص الذهب من arsenopyritic ores بواسطة *Thiobacillus ferroxidans*.

علم البيوتكنولوجى يساهم فى رفاهية الأنسان فى أشكال الحياة المختلفة وفى صيانة وترميم التنوعات البيئية المختلفة والحفاظ على أنواع الحياة النادرة من الأنقراض. الأمكانيات والتمويل المادى فى كثير من بلدان العالم يوجه نحو الحفاظ على هذه التنوعات البيئية المختلفة وأستخدامها فى خدمة الأنسان. ففى نيروبى عام ١٩٩٢ جرت عدة محاولات لتطبيق ما توصل له المؤتمر الدولى للبيئة والتنمية المنعقد فى البرازيل ١٩٩٢ للسماح للدول المتقدمة بأستعمال التنوع البيولوجى للدول الفقيرة خاصة الأستوائية. ومع رفض الهند لهذه الأتفاقية تمت مناقشة المعنى

لعولمة المصادر الطبيعية globalize the natural resources وحق الدول الفقيرة فى عولمة البيوتكنولوجى أو تعويض فقراء الفلاحين فى الدول الفقيرة.

المستويات الحالية للتنوع البيولوجى للحياة على سطح كوكب الأرض تعانى من نقص للمعلومات عن تسمية للأنواع البيولوجية المختلفة وأتاحة المعلومات عن الفلورا fauna, flora. السبب يرجع للتنوع الهائل لأنواع تصل إلى ١٠٠ مليون نبات والمعروف فقط ١,٤ مليون نوع نباتات وكائنات دقيقة. يزيد التنوع فى المياه العذبة عنه فى البحار ويزيد كذلك فى الحشرات والفطريات والثدييات والقوارض. و فى البلدان المختلفة فعلى سبيل المثال فى الغابات توجد ٣٠٠ نوع من الأشجار فى الهكتار فى بيرو مقابل ٢٠-٣٠ نوع فى الهكتار بشمال أمريكا، توجد بالشجرة الواحدة عدد من النمل يتبع ٢٦ فصيلة يوازى الموجود فى الجزر البريطانية.

يعنى biodiversity α عدد الأنواع فى مساحة معينة، أما biodiversity ß تنقل وأنتقال الأنواع عبر مسافة معينة. وتتوقف تصنيفات التنوعات الهائلة Taxonomic groups على المناطق الجغرافية وعلى بعض التنظيمات مثل ما يوجد فى مجتمع الحشرات من حجم وشكل أجنحة وتشريح الحشرة وفى الكائنات الدقيقة من تخصص لمراحل حياة العائل وغيرها. كما يعنى *In Situ* conservation الحفاظ على النباتات والحيوانات فى نفس النظام البيئى الأصلى أو نظام مشابه من صنع الأنسان، أما *Ex Situ* conservation الحفاظ على الأنواع خاصة الخطر منها بعيداً عن طبيعة مجتمعها الأصلى.

تلوث المعادن Metal Pollution

تعتبر ثلث عدد العناصر معادن لها العديد من الأستعمالات وتسبب أشكال مختلفة من التلوث. تحتوى النباتات والحيوانات على كميات كبيرة من الصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم. أما النحاس والزنك والبورون والفانديوم والكروم والمنجنيز والحديد والكوبلت فتوجد بكميات قليلة وزيادتها تسبب سمية للكائنات الحية. السبب يرجع هذه المعادن وأشكالها العضوية للتحلل الحيوى البيئى. والمعروف أن النشاطات التصنيعية هى المسئولة عن زيادة مستوى التلوث بهذه المعادن وخاصة من زيادة الأهتمام بالتلوث من الرصاص والزئبق فى السنوات الأخيرة. ومع المعادن المتواجدة فى البيئة بكميات ضئيلة يوجد أيضاً السلنيوم والبريليوم والنيكل.

يعتمد درجة التلوث بهذه المعادن على الشكل المتواجد عليه فى الطبيعة كالصور العضوية من الرصاص والزئبق عن الصور غير العضوية. كما تلعب حالة تأكسد المعدن دوراً فى درجة السمية فمثلاً الكروم سداسى التكافؤ أكثر سمية من الثلاثى. فحالة التأكسد تؤثر على عمليات الأكسدة والأختزال الميكروبية كما أن الحموضة التى تنتجها الميكروبات تؤثر على ذوبان المعادن.

يبلغ أنتاج العالم من الرصاص ما يعادل ٥ مليون طن وحوالى نصف الكمية يستخدم فى صناعة أحجار البطاريات والباقى فى السبائك والمواسير المعدنية. كما تستعمل كميات كبيرة من الرصاص فى صناعات كيميائية مثل $Pb(Me)_4$, $CaPbO_4$, $PbCO_3$, $PbCrO_4$ $Pb(Et)_4$ وأيضاً فى صناعة السيارات. الأكثر سمية فى هذه الصور هو الرصاص الألكيلى أو العضوى الذى يمكن أضافته للبترول كمضاد للصدمات مما يزيد من مصادر التلوث. المشكلة تنتج فى عدم ذوبان معظم هذه الصور وصعوبة التخلص منها. المستوى القياسى من المعدن يبلغ ١٠ جزء فى المليون بينما يبلغ المستوى ١٠٠ جزء فى المليون قرب الطرق المزدحمة خاصة لأستعمال الرصاص رباعى الأيثيل فى البترول. وبقرب مراكز صهر المعادن يصل المستوى إلى ١٠٠٠ جزء فى المليون وبقرب أماكن البالوعات يتراوح بين ١٠٠٠-٨٠٠٠ جزء فى المليون. يرجع ذلك للتراكم على سطح المياه وقلة التحرك الطبيعى للرصاص. أما فى الجو يصل المستوى إلى $0.0001\ \mu g/m^3$ وفى مناطق الطرق المزدحمة يصل إلى أعلى من $80\ \mu g/m^3$ ومما يزيد من تواجد الرصاص حركة المياه والأمطار والرياح. وفى المياه الطبيعية فأن مستوى التلوث بالرصاص يتراوح بين $0.1 - 0.5\ \mu g l^{-1}$ فى المحيطات.

من المعروف أن الرصاص ليس له قيمة للنبات أو الحيوان حتى كأحد العناصر الصغيرة، لكن كثير من النباتات تتحمل التركيز العالى وتخلص التربة منه. يفشل نمو هذه النباتات فى تربة فقيرة فى الرصاص ويمكن دراسة ترسيب الرصاص وتراكمه فى الطحالب أو حلقات الأشجار. يمكن أعتبار أن تصنيع الفحم كوقود أو البترول الذى يحتوى على مركبات الرصاص من أكبر مصادر تلوث الرصاص. لكن نصف كمية الرصاص تدخل الجسم عن طريق الغذاء والماء والهواء حيث يتراكم فى الكبد والكلية. من بعض التأثيرات السامة أتحاد الرصاص ببروتين الجسم وتثبيط الأنزيمات المسئولة عن تكوين نخاع العظام. وفى حين أن الرصاص لا يتحرك فى العظام فأنه يتحرك مع تركيز الكالسيوم العالى. حساسية الأطفال للرصاص وتأثرهم بالتلوث

عالية وتبلغ الجرعة الحرجة لهم $0.25\ \mu gl^{-1}$ بينما للبالغين $0.8\ \mu gl^{-1}$ ، وينتج عن الجرعات المتوسطة صداع وتعب وأنيميا.

الزئبق له أستعمالات طبية وتجميلية كثيرة وعلاج للأمراض الجلدية ويوجد كمحتوى طبيعى للعديد من الصناعات مثل البطاريات والدهانات وتحضيرات الأسنان. ويعرف كبريتيد المعدن بـ cinnabar HgS ذو اللون الأحمر الزاهى والسهل التطاير. وتعتبر دورته فى الطبيعة من الهواء للماء للتربة للنباتات والحيوانات للهواء مرة أخرى. يوجد الزئبق فى التربة بمعدل 0.5 ppm ويتركز خاصة فى التربة الرسوبية عن الصخرية، كما يوجد بتركيز 10^{-3} ppm فى المناطق الساحلية للتخفيف. المعدن يصل أصلاً للهواء من الأنفجارات البركانية والزلازل وكذلك تبخرها من المياه. وبزيادة النشاطات التصنيعية تتضاعف نسبة تواجد العنصر فى الهواء عن النسبة العادية وهى ملليجرام فى المتر المكعب من الهواء. تحولات صور المعدن وتأثيراته من الأهمية بمكان عند دراسة التأثيرات.

مركبات الزئبق غير العضوية عالية السمية للبيئة عن الصور العضوية. ففى الطبيعة تتسبب البكتريا والفطر فى تحولات المعدن مثل Me_2Hg , $Me\text{-}Hg^+$ فالبكتريا تختزل الميثيل والأيثيل والفينيل زئبق إلى الزئبق. والتحول الهوائى لأسيتات فينيل ميثيل الزئبق إلى الزئبق وثنائى فينيل الزئبق، وكذلك أختزال أيون الزئبقيك إلى الشكل المعدنى. دورة الزئبق تتم فى النباتات خلال أكسدة حيوية إلى الزئبقوز الأحادى، ثم بواسطة الطرق الأختزالية غير البيولوجية وفى وجود الكيل مغنسيوم هاليد يتحول الزئبق إلى الزئبقيك الثنائى فى البكتريا.

النباتات قادرة على أمتصاص الزئبق وتركيزه وكذلك تميل حيوانات عديدة لتراكم هذا المعدن بصورة أكثر تركيزاً من الطبيعى. والعديد من الطيور يصل فيها التركيز إلى أكثر من 100 ppm من الزراعة والصناعة والمصادر الطبيعية. وعادة ما يكون هذا التراكم فى الكبد والكلى خاصة للصور غير العضوية من المعدن.

الزنك عنصر غذائى ضرورى للنباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة ويمكن تراكمه فى أنظمتها بدون تأثير مدمر. مياه الأنهار الطبيعية فى المناطق غير الملوثة تحتوى على تركيز زنك 10 μgl^{-1} بينما متوسط تركيزه فى سطح الأرض حول ٣٥ جزء فى المليون. ولأن الزنك ثابت فى حالة تكافؤه الواحدة فلا يوجد مجال للأكسدة والأختزال الميكروبية، بينما يتأكسد ZnS إلى

$ZnSO_4$ فـى وجـود كبريتـات الحديـديك. ويـدخل الزنـك فـى التفـاعلات البيولوجيـة مثـل تخليـق أنزيمـات عديـدة ومـضادات حيويـة وسـيتوكرومات وفـى تثبيـت النتـروجين والـتحكم فـى أنتـاج الأحماض العضوية. مشكلة تلوث الزنك تنتج من صناعات الحرير وفى طرق الغزل والصبغ مع صعوبة أستبدال هذا المعدن بأخر.

والكادميوم يوجد فى المياه وفى التربـة بكميـة قليلـة تصل إلـى $0.4\ \mu gl^{-1}$. وتوجد بعض النباتـات يزيد فيها أمتصاص وتركيز المعدن. وبرغم عدم أنتشار أستعمالات الكادميوم فى الصناعة إلا أن أنتشار أستعماله قد تضاعف منذ منتصف القرن الماضى. مما زاد من محتوى المعدن فى الأنسان والحيوان إلى $300\text{-}400\ \mu gl^{-1}$ يومياً. ومما قلل مـن المشكلة إن نسبة بقـاء المعدن حوالى ٢%. وتراوحت حالات تلوث المعدن فى الضغط العالى والأنيميا وفشل القلب والكبد والكلـى، كمـا يزيـد المعدن فى مسام العظام ويثبط نموها.

النيكـل يـستعمل بكثـرة كأحـد العوامـل المـساعدة catalyst وهـذا يـساعد فـى أنتـشار التلـوث بهـذا المعـدن. كربونيـل المعـدن $Ni(CO)_4$ أحـدى الـصور الـسامة جـداً لهـذا المعـدن لـسمية النيكـل والكربونيل. يوجد النيكل بتركيز ٥٠ جزء فى المليون بالأمـاكن النظيفة وبتركيز ٢٠٠ جزء فـى المليون فى سطح الأرض. خطورة المعدن فى تسريبه من أماكنه الترسبية المحتوية على جزئيات النيكل أثناء العمليات التصنيعية.

لما للكروم من تعدد التكافؤات فأن الأكسدة الميكروبيـة تزيـد برغم نقص الأدلـة فـى هذا المجـال. معادن النحاس والأنتيمون والسلينيوم والزرنيخ والبريليوم تكون سامة فى تركيزات عاليـة للنبـات والحيوان. والكثير من الأبحاث تهتم بكيفية حدوث سمية هذه المعادن ومحاولات التغلب على هذه المشاكل خاصة مع أزدياد أستعمالها فى الصناعة.

تأثير الملوثات المعدنية على الأنظمة البيولوجية

Effects of inorganic pollutants on biological systems

الملوثات غير المعدنية تنبعث أساساً من المصانع وملوثة للهواء والماء والتربـة. فمن البيئـة تـدخل هذه الملوثـات لسلسلة غذاء الأنسان لتعـوق الطـرق الحيويـة ومؤديـة لأمـراض عديـدة. كثيـر مـن

المعـادن قسمت كمـواد خطـرة علـى البيئـة وهـى تعـرف بالعناصـر الـصغرى trace elements الأساسية فى التغذية والمطلوبة للنمو الطبيعى وأنتاج الجنس البشرى والحيوانى. هذه المعادن هـى Al, Sb, As, Be, Bi, Cd, Co, Cu, Ce, In, Pb, Ag, Mo, Hg, Te, Tl, Sn, Ti, W, V and Zn

من الصعب رسم خط فاصل بين الحد الضرورى والحد السام لهذه المعادن. فالتركيز الـذى يسبب مشكلة السمية يتوقف على طبيعة المعدن ونـوع النظـام البيولـوجى. الكثير من العوامل المشجعة synergistic effects بين مركبات عديدة للأنظمـة البيولوجيـة يجعل من الـصعب تحديد حدود مفيدة للتركيزات.

تـأثير أيونـات المعـادن الـسامة والمعـادن الثقيلـة فـى مهاجمـة المراكز النـشطة بالأنزيمـات وتثبيط وظائفهـا الأساسـية. خاصـة أيونـات المعـادن الثقيلـة التـى تعمـل كمثبطـات للأنزيمـات المؤثرة مثل Cd^{++}, Hg^{++}, Pb^{++}, As^{++}. قدرتهم فى الألتصاق بذرات الكبريت للأحمـاض الأمينيـة سستيين ومثيونين الموجودة فى الجزء البروتينـى للأنـزيم. الفعل الـسام لهـذه المعـادن فـى مهاجمـة مجـاميع السلفهيدريل (SH –) للأنزيم وتثبيط فعله. توجد أنزيمات تحتوى على معادن فى تركيبها وتـسمى metalloenzymes ويحدث تثبيط فعلها فى حال إستبدال أيـون المعدن بـأيون معدن آخـر مشابه فـى الحجـم والـشحنة. فالزنـك يوجـد فـى انزيمـات carboxy peptidase A, carbonic anhydrase, alcohol dehydrogenase وفـى حـال إستبداله بالكـادميوم يحدث تثبيط لنشاط adenosine triphosphate (ATP), glutamic oxaloacetic transminase بالأضـافة للأنزيمات السابق ذكرها. أما الأنزيمـات التـى تثبط بالرصـاص فهـى acetylcholinesterase, alkaline pphosphatase, adenosine triphosphatase, carbonic anhydrase, cytochrome c oxidase وبعض إنزيمات تخليق هيم الدم.

الكـادميوم نـادر الوجـود ينـتج مـن التعدين ومـصانع البلاسـتيك ولتشابهه الكيميـائى مـع الزنـك فقد يحدث أستبدال للزنك فى معظم السبائك المحتوية عليه. كذلك الحال للنباتات التى تحتاج الزنك فى نموهـا ويتركـز بهـا الكـادميوم فـى الميتـابولزم. أمـا فـى جسم الأنـسان فيرتبط الكـادميوم ببـروتين metallothionein ويتركز بالكلية ويتراكم بالعمر أو قد يستبدل الزنك فـى إنزيماتـه مسبباً أنيميـا وضعف العظام والسرطان.

الزئبق يوجد فى البيئة على صور Hg, HgS وأنتاجه السنوى فى العالم يصل إلى أكثر من عشرة آلاف طن ويتم فقد نصفه فى البيئة خلال فحم الوقود واللجنيت والتربة. بداية معرفة حالات التسمم بالزئبق فى الأسماك الملوثة ظهرت فى اليابان منتصف القرن الماضى وأدت لوفاة نصف الحالات وبعض تشوهات للأجنة. التلوث بالزئبق فى صورة مثيل الزئبق وبتركيز ٣٠-١٠٠ جزء فى المليون. وفى العراق عام ١٩٧٢ مات الكثير من القرويين نتيجة أكلهم قمح ملوث بمبيدات محتوية على الزئبق.

يستعمل الزئبق فى تطبيقات كثيرة من أشهرها فى صناعة الكلور القلوى ناتج الكلور مع هيدروكسيد الصوديوم بأستعمال ألكترود الزئبق. ومصابيح بخار الزئبق والبطاريات الزئبقية من الصناعات الهامة. ومبيدات الفطريات المغلفة للبذور تستعمل على نطاق واسع ومن مركباتها نيتريت مثيل الزئبق وخلات مثيل الزئبق وكلوريد أثيل الزئبق وداى ثيانو داى أميد مثيل الزئبق. كل هذه المركبات تجد طريقها لغذاء الأنسان من النبات والحيوان. يحتوى ماء المجارى مستوى من الزئبق حوالى عشرة أضعاف الماء الطبيعى مكوناً محتوى تلوث للمعدن طويل الآمد.

يعتمد التلوث بالزئبق على التركيب الكيميائى للملوثات الزئبقية أما معدن الزئبق نفسه غير سام ولكن ضغطه البخارى العالى يسبب سمية فى أستنشاقه لوصوله للمخ ويؤثر على الجهاز العصبى المركزى. الزئبقوز Hg^{+} مع أيونات الكلوريد بالنظام البيولوجى تكون مركبات غير ذائبة وغير سامة. الزئبقيك Hg^{++} ترجع سميته للأرتباط العالى مع ذرات الكبريت بالأحماض الأمينية فى البروتينات ولكن لا ينتقل عبر الأغشية البيولوجية. الأكثر أنواع سمية هو مثيل الزئبق الذى يذوب فى الدهون والجزء الدهنى فى أغشية وأنسجة المخ لعدم سهولة كسر رابطة الزئبق بالألكيل. وجود الزئبق فى أغشية الخلية يثبط أنتقال السكريات مما يقلل الطاقة ويعيق النبضات العصبية وأيضاً يسمح بمرور البوتاسيوم عبر الغشاء.

كبريتيد الرصاص هو المصدر الرئيسى للرصاص ويبلغ الأنتاج السنوى ٤ مليون طن. أكثر التأثيرات الحيوية للرصاص هو تداخله مع تخليق هيم الدم وتثبيط العديد من الأنزيمات ويسبب تكسير هيماتولوجى hematological damage. من المركبات الوسطية المتراكمة δ– aminolevulinic acid الذى يتحول إلى porphobilinogen والرصاص يثبط أنزيم هذا التحويل.

$HOOC-H_2C$ — CH_2-CH_2-COOH; H_2N-H_2C — N — H

porphobilinogen

HOOC - CH_2 - CH_2 - CO - CH(NH_2) - COOH

delta-aminolevulinic acid

والرصاص لا يسمح بالأستفادة من الأكسجين والجلوكوز لأنتاج الطاقة عند مستوى رصاص فى الدم حوالى ٠,٣ جزء فى المليون. بزيادة مستوى الرصاص يحدث أنيميا لنقص الهيموجلوبين ثم فشل الكلى وتدمير للمخ.

التلوث البيئى العالى من الرصاص يرجع للأستعمالات الواسعة فى البطاريات والكابلات والدهانات والسيراميك والبلاستيك والبوليمر ومبيدات زرنيخات الرصاص ورباعى الأيثيل أو الميثيل للرصاص. ينتج مستويات عالية من الرصاص فى الجو عند حرقه كما فى الطرق وكميات رصاص عالية فى ماء الشرب لأستعمال مواسير الرصاص والبلاستيك.

يوجد الزرنيخ فى المبيدات الحشرية ومبيدات الحشائش وأكثرهم سمية مركبات الزرنيخيك حيث يهاجم مجاميع السلفهيدريل (SH –) بالأنزيم ويثبط فعله. وبهذه الطريقة يبطل فعل أنزيمات أنتاج الطاقة للخلية وخاصة البيروفات ديهيدروجينيز فى دورة حمض الخليك ويمنع أنتاج ATP. للتشابه الكيميائى بين الزرنيخ والفوسفور يعيق العمليات الحيوية لأنتاج الطاقة التى تشتمل على الفوسفور. وفى التركيز العالى لمركبات الزرنيخيك تهاجم الروابط الكبريتية فى التركيب الثانى والثالث فى البروتين ويعمل على تجلطه. يشترك فى تركيب سبائك مع Cu, Fe, Au وفى مبيدات حشرية مثل زرنيخات الرصاص وكما توجد مركبات غير عضوية مثل زرنيخات الصوديوم أو الكالسيوم. ومركباته العضوية التى تعمل كمبيدات حشائش مثل زرنيخات ميثان أحادى أو ثنائى الصوديوم.

أحادى أكسيد الكربون ينتج كغاز طبيعى منبعث من الفعل البركانى ومن الشرارة الكهربية أثناء العاصفة. لكن مصدره الواضح فى التلوث من وسائل النقل وحرق الزراعات والغابات ونواتج المصانع. وتشير الأحصاءات إلى إحتواء الجو على ٥٣٠ مليون طن من الغاز فى متوسط ٣٦-١١٠ أيام. الفعل السام ينتج من مهاجمة الهيموجلوبين ويستبدل الأكسجين مكوناً معقد ثابت هو كربوكسى الهيموجلوبين وثابت أتزان التفاعل ٢,١ X ١٠^٢

$$HbO_2 + CO \rightleftharpoons HbCO + O_2$$

هذه السمية التى يحدثها الغاز من فترة التعرض العالية تنتج من نقص سعة الدم لحمل الأكسجين. الشفاء من هذه الحالة تكون بواسطة الأكسجين النشط لعكس التفاعل السابق.

أكاسيد النتروجين الأحادية أقل سمية من الثنائية على صحة الأنسان حيث تعمل على تكوين روابط مع الهيموجلوبين وتقليل كفاءة نقل الأكسجين. يوجد NO فى الهواء الملوث بتركيز أقل من CO ولذا فأن تأثيره أقل على الهيموجلوبين. تنتج غازات NO_2 من حرق أفلام النيتروسليلوز والسليلويد والتى تؤدى أستنشاق أبخرتها إلى الوفاة. قد يكون السبب فى فعلها السام فى حساسية أنزيمات حيوية مثل لاكتيك ديهيدروجينيز وبعض العوامل المساعدة. أما عن التأثيرات الموجبة من أكسيد النتريك هو عمله كجزيئ مفيد فى أمراض القلب والجهاز العصبى. حيث وجد العلماء عام ١٩٩٦ (*Freibe et al., Nature, 382, 1996*) دليل على الفعل التنبيهى لأكسيد النتروجين على guanylyl cyclase الذائب. كما وجدوا عدم التأثير على نشاط الأنزيم فى وجود NO scavenger oxyhemoglobin فى تركيز ١٠٠-١٠٠٠ جزء فى البليون لمرضى الضغط العالى ومشاكل التنفس المزمنة.

ثانى أكسيد الكبريت ينتج من أحتراق أى مواد تحتوى على الكبريت ودائماً ما يصاحبه وجود القليل من ثالث أكسيد الكبريت. تنتج البراكين أكثر من الثلثين من كمية هذه الغازات الملوثة والتى تنتشر فى الكون والباقى ينتج من الأنشطة الصناعية للأنسان مثل أحتراق الفحم ومحطات الطاقة الحرارية ووسائل المواصلات. هدف هذه الملوثات من تأثيرها الضار على حساسية وتهييج الجهاز التنفسى. كما يؤثر تركيزه العالى على أنسجة أوراق النباتات وحرقها أو أصفرارها فيما يسمى chlorosis. وهو المسبب للأمطار الحامضية acid rains التى تهدد النباتات ومظاهر الحياة فى الأنهار والبحيرات.

السيانيدات توجد فى بذور المشمش والكريز والخوخ حيث ترتبط بالجليكوسيدات وتسمى amygdalin وتنتج من التحليل الأنزيمى أو الحامضى فى معدة الأنسان كما فى المعادلة

$$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(CN)-O-}C_6H_{10}O_4\text{ - O - }C_6H_{11}O_5 + 2H_2O$$

$$\downarrow$$

$$HCN + 2 \text{ glucose units} + \text{benzaldehyde}$$

ومصادر السيانيد فى البيئة من أستخدام موانع القوارض فى المبانى والسفن وأستخدامه فى منظفات المعادن. ينتج فعله السام من تثبيط عمليات الأكسدة الفوسفورية وتثبيط أنزيماتها بتكوين معقدات ثابتة أو نيترتها denaturation أو منع تكوينها من apoenzyme. التركيز القليل (٥٠ ملليجرام) من السيانيد يعتبر جرعة مميتة والأقل منها يمكن علاج أثارها السامة بواسطة نيتريت الصوديوم وثيوكبريتات الصوديوم.

يرتبط السيانيد بالحديدوز الموجود فى هيم الهيموجلوبين فلا تكون متاحة لحمل الأكسجين من الرئة للأنسجة وتعرف الحالة hypoxia. فى مثل حالات تسمم الأنسجة histotoxic hypoxia يتأثر المخ أولاً فيفقد الوعى فى ١٠-٢٠ ثانية والموت فى خمسة دقائق. من ناحية أخرى توجد ذرات الحديد والنحاس فى السيتوكروم أوكسيديز والتى تنقل ألكترونات أختزال فى الخلايا. يرتبط السيانيد بالألكترونات ويعيقها من النظام الأختزالى فى هذه العمليات الحيوية التنفسية بالخلايا ويؤدى للموت فى دقائق.

البـــــاب التـــــــاســـــــع

المجتمعات البشرية تحتاج للطاقة فى التدفئة وتصنيع الغذاء وتسيير وسائل الأنتقالات. والتاريخ يحكى أن العالم كله قبل ١٩٠٠ كان يستخدم الخشب فى تسخين المساكن والمصانع ويستخدم الرياح فى النقل البحرى وطحن الحبوب وسحب المياه. وفى البلاد الصناعية بدأ أستعمال الفحم والبترول ١٩٢٠ حتى أصبحت الطاقة الأوسع أنتشاراً فى نهاية القرن العشرين.

ومن المعروف أن أستهلاك الدول المتقدمة من الطاقة حوالى (٦٨%) أكثر بكثير من الدول الأخرى مع وجود نسبة سكان أقل من ربع سكان العالم. أى أن إستهلاك الفرد الواحد فى الدول المتقدمة ٧,٤ مرة لما يستهلكه الفرد فى الدولة النامية. أما الفلاح فى الدول النامية يعتمد على الطاقة الميكانيكية وجهد الحيوانات فى خدمة الارض الزراعية ولذا فالطاقة العالية المستخدمة فى الدول المتقدمة فى صالح الطاقة الإنتاجية. زيادة النمو البشرى خاصة فى الدول النامية سوف يزيد من أحتياجات الطاقة مع الحاجة لرفع مستوى المعيشة.

الطاقة هى السعة لعمل شغل ما، والشغل هو القوة المستنفذة لمسافة ما. والطاقة تخذن فى الجسم فى روابط وتخزن فى جزيئات الغذاء وتنتج من التفاعل الكيمائى. وهكذا ماكينة السيارات والغلايات تحتاج إلى وقود بطاقة مخزنة مثل الفحم والزيت والغاز الطبيعى. هذه الأنواع تم أكتشافها بطرق جيولوجية عبر ملايين السنين كنباتات وكائنات بحرية تحتوى كمية هائلة من الكربون ومدفونة تحت الأرض، وبالضغط العالى والحرارة تحولت إلى هذه الصور. تعتبر هذه المصادر الطبيعية غير مستبدلة ويجب التفكير فى إيجاد مصادر طاقة جديدة.

تحويل الطاقة إلى شغل يتم بماكينات الجازولين أو جزئيات الهيدروكربون تعمل كوقود فى الماكينات. الـ gasoline تخذن الطاقة فى الروابط التى بين ذرات الكربون والهيدروجين وهى مركبات ناتج تقطير البترول الخام. فى غرفة أحتراق الماكينة يخلط الجازولين بالهواء ويتم ضغطه. وتنتج الطاقة فى صورة حرارة وتمتد الغازات فتدفع المكبس المتصل بعمود يحرك العجلات، ونواتج الأحتراق من ثانى أكسيد الكربون وماء تخرج كعادم للجو. وبنفس الفكرة الغلاية البخارية تعتمد على إنتاج طاقة من حرق الفحم أو الغاز الطبيعى لتسخين الماء وتحويله إلى بخار. البخار يعطى القوة للمولدات لتحريك الألكترونات فى أسلاك وتكوين طاقة كهربية.

لا شك أنه لا توجد حالة مثالية لحرق الجازولين وأنتاج الطاقة، وذلك للهواء غير النظيف أو عدم سلامة نظام حرق الوقود حيث ينتج مثلاً أول أكسيد الكربون السام وبعض الهيدروكربون الغير محترق مثل الميثان. كما أن وجود النيتروجين الجوى داخل السلندر يحترق ويكون أكاسيد نتروجينية ملوثة N_x فى وجود أشعة الشمس تتحول إلى مستوى الأوزون الأرضى. بالأضافة إلى ثانى أكسيد الكربون ناتج الأحتراق الكامل مسئول جزئياً عن ظاهرة التدفئة أو الصوبات.

مصطلح كفاءة الطاقة يعنى طاقة أقل وقوة أكبر كما يعنى الأستعمال النهائى end-use والتكلفة الأقل فى البرامج الأقتصادية والبيئية المتقدمة. كمية ونوعية الطاقة المطلوبة لكل مهمة وكيفية الحصول على الطاقة بأقل تكلفة هى ما يشغل المتخصصين فى هذه المجالات. الحقيقة تؤكد إن الطاقة فى طريقها لأن تصبح نادرة، وهو ما جعل الرئيس الأمريكى الأسبق نيكسون أن يخطط لإنشاء ٤٥٠-٨٠٠ مفاعل نووى و ٥٠٠-٨٠٠ موقد فحم نباتى لإنتاج الكهرباء بحوالى تريليون دولار فى فترة٧٦-١٩٨٥. ذلك لأنه من الصعب توفير كل ما نحتاجه فى الفترة القادمة من غاز وفحم وبترول بسهولة. ويمكن القول أن الأستغلال أولا للتدفئة ٥٨% ووقود سائل ٣٤% ولوسائل الأنتقال وللكهرباء حوالى ٨%.

العلاقة بين التكنولوجيا الجديدة وتخذين الطاقة التى لا تعنى بالطبع إحتمال برودة أو حرارة الجو وإنما كفاءة مثلى للطاقة يبدأ من ترشيد الإستخدام بأقل تكلفة وبالتالى تخذين للطاقة. الدول المتقدمة والنامية تهتم بتعظيم الفائدة من الطاقة وتقليل الفقد. وبدون برامج توفير الطاقة ما أستطاعت العديد من الدول توفير وظائف وشركات عديدة وضعت تصور نظيف أخضر للبيئة مع تحسين الأقتصاد. ولقد تعددت مصادر الطاقة فى دول العالم بين وقود الحفريات والفحم والبترول والغاز الطبيعى ومصادر الوقود الأخرى من مفاعلات نووية وطاقة شمسية.

لقد ظهر إعتماد أمريكا على مصادر الطاقة للدول الأخرى فمنظمة تصدير البترول Organization of petroleum exporting countries OPEC ودورها فى حرب ١٩٧٣ لا يخفى على أحد. وحدث أيضاً نقص إنتاج البترول وزيادة أسعاره فى حرب أيران عام ١٩٧٩. بعد ذلك وفى الثمانينات أقبل الأمريكان على شراء السيارات سواء المحلية أو الاجنبية لرخص أسعار البترول وزاد أستيراده مع نقص أنتاجه فى أمريكا. وفى عام ١٩٩٤ تم تحويل ٤٦% من الزيت الخام إلى غاز مع الأعتماد على مصادر من دول أخرى.

وقود الحفريات *Fossil Fuels*

يتكون وقود الحفريات من البقايا المتحجرة للكائنات من ملايين السنين وهى مصادر غير متجددة ولكن يمكن تكوين الفحم من البيئة الحالية. لرطوبة و دفء الجو من ملايين السنين نمت النباتات والأشجار فى الغابات بوفرة كبيرة وتحللت فى التربة لنشاط التحلل البكتيرى والفطرى وطبقات ترسبت وتراكمت متحولة الى صخور غنية بالكربون تسمى الفحم. عدم وجود الأكسجين منع الزيادة فى عملية التحلل ومع الحرارة والضغط تكون ما يعرف بالمواد الهيدروكربونية وسميت البترول. الغاز الطبيعى والمتكون أساساً من الميثان تكون أساساً بنفس الطريقة عبر ملايين السنين وللكثافة الأقل من الصخور تراكمت فى المسام الصخرية القريبة من سطح الأرض.

برغم إستعمال الفحم كوقود لعدة قرون ومنذ القرن الثامن عشر فى الثورة الصناعية إلا أن أستخدامه فى إنتاج الكهرباء والصناعات الثقيلة عرف حديثاً. الفحم الناعم lignite يحتوى على الكبريت ويسبب المشاكل البيئية عند أحتراقه. الأفضل نوعية هو الفحم الصلب anthracite والذى يتعرض لحرارة عالية عند تكوينه ولونه أسود لامع لا يحوى كمية كبريت كبيرة. يوجد الفحم فى طبقات سمكها ٢,٥ سنتيميتر الى ٣٠ متر. الفحم يعتبر الوقود الأكثر شيوعاً فى العالم ويوجد فى أمريكا بنسبة ٢٣,٦% من الموجود بالعالم ، كما يوجد فى روسيا والصين والهند. يتوقع معهد World Resources Institute بأن يستمر مخذون الفحم لمدة ٢٠٠ سنة على المعدل الحالى لأستهلاك الفحم.

المشاكل البيئية المصاحبة لتعدين وحرق الفحم وما يتبعه من مشاكل صحية وضحت من وفيات عمال الفحم فى أمريكا التى وصلت إلى ٩٠,٠٠٠ خلال القرن العشرين لإمراض الرئة والسرطان. فى حالات التعدين السطحى تم تبوير التربة السطحية وفقد الكائنات وتلويث المياه بالمعادن والأحماض. وحتى لو تبع ذلك عمليات أعادة للتربة فهى مكلفة جداً وتحتاج لإمكانيات عديدة. وفى مشكلة حرق الفحم والتى تنتج ثانى أكسيد الكربون مما يخل بدورة الكربون فى البيئة ويرفع درجات الحرارة أو يقلل من فقد حرارة الأرض. هذه الظاهرة greenhouse gases تعمل على إنصهار ثلوج قطب الكرة الأرضية ويزيد من مستويات البحار مما يؤثر على الشواطئ الساحلية من المدن وطبيعة عمل سكانها وتهددهم بأخطار جسيمة.

كما إن أحتراق الفحم يسبب مخاطر أكثر بكثير من حرق البترول أو الغاز الطبيعى لنواتج أكاسيد الكبريت والنتروجين وتكوين أحماض فى وجود الماء مما يلوث الهواء acid deposition ويترسب على سطح الأرض والنباتات. الحموضة فى البحيرات ومجارى المياه الملوثة تصل إلى pH 2.1 – بدلا من pH 5.6 – (بسبب هذه الظاهرة) وهو ما يعادل حموضة عصير ليمون. هذه الظاهرة أيضاً تؤثر على الكائنات الحية والغابات فى هذه المناطق الملوثة. المشكلة تعتبر مشكلة عالمية وغير مقصورة على منطقة دون غيرها. والجدير بالذكر إنه يمكن ترسيب الكبريت المنبعث من أحتراق الفحم بنظام desulfurization لمعادلة الغازات الحامضية. المواد المستخدمة تسمى scrubbers مثل المغنسيوم وكيماويات أخرى وقد تكون وحدات مصنعة تغطى المساحات الملوثة، والناتج من كبريتات مغنسيوم يمكن أستعماله فى صناعة الصبغات. كما أن طريقة clean coal technology لتقليل الأنبعاثات من ثانى أكسيد الكربون لا تلوث البيئة بأكاسيد الكبريت وتقلل أكاسيد النتروجين.

الحقيقة تقول أن طرق أنتاج الطاقة لا تكون بكفاءة كاملة حيث لا يستخرج الفحم من الأرض ككربون نقى، ولكنه يكون مخلوط بملوثات مختلفة مثل الكبريت. وعند حرق الفحم لتسخين الماء فى الغلايات ينتج أكاسيد كبريتية تنبعث للهواء مكونة أحماض كبريتية مسببة الأمطار الحامضية. كما أن أماكن أستخراج البترول ومناجم الفحم تعتبر فى حد ذاتها مصدر أضافى للتلوث. أحصائيات الطاقة الأمريكية أشارت لعام ٢٠٠٠ أن البترول من أكثر مصادر الطاقة تلوث (٤٢,١%) يليه الفحم (٣٦,٧%) ثم الغاز الطبيعى (٢١,٢%) (http://find.galegroup.com/gvrl/).

البترول والغاز الطبيعى

خلال الفترة من ١٦٠٠-١٨٠٠ فى الولايات المتحدة كان حرق الأخشاب وسيلة الطاقة ثم أصبح الفحم فى القرن العشرين مصدر الطاقة. ونتيجة مميزات سهولة نقل البترول والغاز الطبيعى ونقص الآمان الناتج من الحرق مقارنة بالفحم أصبحا الوسيلة الآمنة للطاقة منذ خمسين عاما وتوالت زيادة أستخدامهما بعد ذلك.

يعتبر البترول أو الزيت الخام السائل الذى يحوى المئات من الهيدروكربونات والتى تفصل فى عمليات التكرير الى الغاز الأقل درجة غليان وجازولين gasoline وزيت الطائرات وزيت

التدفئة وزيت الديزل وزيت للأسفلت وهو الأعلى درجة غليان. أيضاً تنتج مركبات بتروكيمائية تستعمل كأسمدة وبلاستيك ودهانات ومبيدات وأدوية وألياف صناعية. على النقيض فأن الغاز الطبيعى يحتوى على الميثان لتدفئة الأماكن السكنية والتجارية وإنتاج الكهرباء وكميات أقل من الأيثان. وكذلك البروبان والبيوتان liquefied petroleum gas للتدفئة والطبخ فى الأماكن الفقيرة.

الأمداد المحدود هو المشكلة التى تواجه البترول والغاز الطبيعى فالحقيقة أننا لا نعرف الأحتياطى أو الأكتشافات التى ستمدنا بالمخذون فى المستقبل القريب وخلال القرن الحالى. كما أننا لا نعرف الأستهلاك الفعلى والعوامل الأقتصادية المؤثرة على أكتشاف وإنتاج البترول والغاز. أما عن المشاكل البيئية المصاحبة لإستعمال البترول والغاز الطبيعى فهى فى الحرق والأنتاج والنقل. الحرق يؤدى لإنبعاث ثانى أكسيد الكربون فكل جالون ينتج ٩ كيلوجرام من ثانى أكسيد الكربون فى الجو وهو يمنع أنبعاث الحرارة للفضاء الخارجى. هذا أيضاً يغير من مناخ الأرض بصورة سريعة وما يتبعه من المياه والأمطار الحامضية. لكن مما هو جدير بالملاحظة أن الغاز الطبيعى هو أكثر هذه الوسائل أماناً.

يتم نقل البترول والغاز الطبيعى لمسافات طويلة فى أنابيب أو خلال ناقلات عبر المحيط. والمشكلة تنتج من التسرب خاصة عندما يحدث ذلك فى البيئة المائية. ولقد حدثت مشكلة تسرب البترول عام ١٩٨٩ فى سواحل ألاسكا بكميات تصل الى ١٠,٩ مليون جالون غطت آلاف من الكيلومترات من سطح المياه وشكلت أسوأ مشكلة تسرب زيت فى التاريخ الأمريكى. قضت على أكثر من ٣٠,٠٠٠ طائر و ٥,٥٠٠ من الكائنات البحرية و قضت على الثروة السمكية. التطهير الميكانيكى الذى قام به حوالى ١٢,٠٠٠ عامل أثر كثيرا على البيئة البحرية والحياة الأقتصادية لفترة كبيرة. وكان التسرب البترولى فى الخليج عام ١٩٩١ المشكلة البيئية الخطيرة فى حرب الخليج لتسرب ٢٥٠ مليون جالون فى المياه والصحراء المحيطة وتسببت فى أشعال حرائق عدة. مما دعى علماء البيئة يصرحون أن المنطقة سوف تعانى من المشكلة لفترة قرن من الزمان حتى يتم التخلص النهائى من هذا التلوث.

الطاقة النووية Nuclear Energy

أكتشفت هذه الطاقة أولا بواسطة عالم الطبيعة الفرنسى هنرى بيكوريل ١٨٩٦ عندما وجد أسوداد طبقات تصويرية مخذنة فى الظلام بقرب يورانيوم وهو ما يشبه طبقات X-ray.

تنتج الطاقة النووية من تغيير يطرأ على أنوية الذرات وينتج كمية كبيرة من الطاقة ويمكن أن يحدث أنشطار وأنقسام fission لأنوية ذرات العناصر الى جزئيات أصغر منتجة كمية طاقة كبيرة أو أندماج fusion أنوية ذرات صغيرة لتكوين ذرة أكبر يصاحبه كمية طاقة كبيرة. تنتج التفاعلات النووية لكل ذرة طاقة أكبر ١٠٠,٠٠٠ مرة عن التفاعلات الكيميائية كالأحتراق. القنابل النووية تنتج مرة واحدة كمية حرارة وطاقة هائلة تكفى لتحطيم كل شئ أمامها. ولذلك فأن التحول من الطاقة النووية الى كهرباء يلزمه الأحتياط والحذر الشديد.

فالطاقة النووية هى تحويل لكتلة الأنوية لطاقة فى علاقة mass-energy equivalence وفيها

$$E \text{ (energy)} = m \text{ (mass defect) } c^2 \text{ (speed of light)}$$

وكما سبق تنتج هذه الطاقة بثلاث طرق طاردة للحرارة هى تآكل بروتون أو نيوترون Radioactve decay فى أنوية مشعة، وأندماج Fusion نواة ذرتين لتكوين نواة ثقيلة والطريقة الثالثة أنقسام Fission نواة ثقيلة إلى نواتين.

البروتونات والنيترونات تحوى كمية متساوية من الكتلة وتتمركز فى الذرة مكونة النواة بينما تدور الألكترونات بكتلتها الصغيرة فى مدارات حول الأنوية. الذرات بها تعادل كهربائى بين البروتونات الموجبة والألكترونات السالبة. *كتلة ذرة العنصر atomic mass* هى مجموع البروتونات والنيترونات للنواة، أما *العدد الذرى atomic number* فهو عدد البروتونات فى الذرة. العنصر الواحد قد تختلف الكتلة بين ذراته فتسمى isotopes لأختلاف عدد النيترونات وتسمى المشابهات المشعة radioisotopes ينبعث منها أشعاع وطاقة مثل أنحلال اليورانيوم الى رصاص فى فترة معينة تسمى فترة نصف الحياة للعنصر المشع.

يستفاد من الكيمياء النووية فى تحويل الرصاص إلى ذهب أو تغيير أى ذرة لأخرى خلال خطوات عديدة. أنتاج النظائر المشعة isotope غالباً ما ينتج أشعاع عند تحويله لنظير آخر مثل أشعة ألفا وبيتا وجاما alpha rays, beta rays, gamma rays. من ناحية أخرى الحديد له طاقة ربط أكبر من نواة أى ذرة. وأذا حدث تغيير ذرة أقل فى متوسط طاقة الربط إلى ذرة أعلى فى متوسط طاقة الربط فتخرج طاقة من التفاعل. وأيضاً أندماج الهيدروجين إلى تكوين ذرات

أكبر ينتج طاقة، كما فى أنقسام اليورانيوم الأنوية الكبيرة إلى أجزاء أصغر. ويختلف الثبات بين النظائر فنظير اليورانيوم U253 أقل ثباتاً من النظير المعروف U238.

أنتاج الكهرباء من القوة النووية والتى تتكون من أربعة وحدات فالوحدة الأولى *reactor core* حيث يحدث الأنقسام و يحتوى على قضبان control rod من سبيكة معدنية خاصة قادرة على إمتصاص النيترونات وأستمرار الأنشطار النووى حسب كمية النيترونات المتوفرة. وفى الوحدة الثانية *steam generator* إنتاج الحرارة بالأنشطار النووى واستعمال الحرارة فى إنتاج البخار من الماء السائل. والوحدة الثالثة *turbine* تستخدم البخار الناتج لتوليد الكهرباء أما الوحدة الرابعة فهى عبارة عن مكثف *condenser* لتبريد البخار وتحويله لسائل.

يحتوى مصنع تحويل القوة النووية الى كهرباء وحدات للمياه water circuits الأولى لتسخين الماء المستعمل لإنتاج الطاقة بتفاعل الأنشطار تحت ضغط عالى خلال *reactor core* وفيه تصل الحرارة الى ٢٩٣°م. بسبب الضغط العالى يبقى الماء المسخن فى حالة سائلة ويتحول إلى بخار بدورة المياه الثانية فى *steam generator* . ينتقل البخار المضغوط الى التربينات وبعد ذلك إلى المكثف حيث يتحول لسائل مرة أخرى. أما دورة المياه الثالثة فهى تمد المكثف بماء التبريد عن طريق برج للتبريد.

النواحى الآمنة لوحدات الطاقة النووية تتضمن وجود وعاء معدنى ضخم reactor vessel لحماية المفاعل حيث يحدث الأنشطار. كما يوجد فى مبنى ضخم سمك حوائطه ٩ ,. – ١,٥ متر عالى التكاليف لمنع التسرب الأشعاعى للبيئة وللحذر من الزلازل والرياح الشديدة والأعاصير وفى حالة صدمها بالطائرات أيضا. وتعد الطاقة النووية وسيلة امنة بيئيا بالمقارنة بأنواع الوقود الأخرى. وكما هو معروف أن أحتراق الفحم يسبب ثلث أسباب تلوث الهواء لما يسببه من أنبعاث غازات سامة. أما بالنسبة للطاقة النووية تبعث ملوثات أقل بكثير ولكن تنتج بقايا وفواقد مشعة يلزم متابعتها لخطورتها على الصحة والبيئة، لذلك فقد أجريت من أجله الكثير من الندوات والمؤتمرات. فى مشكلة ظاهرة دفء الكرة الأرضية التى تتأثر أيضاً بأنبعاث الملوثات من السيارات والمصانع والتى لا تتأثر الظاهرة بالطاقة النووية.

السؤال هل مصدر الكهرباء من الطاقة النووية يعتبر رخيص الثمن؟! الأجابة فى فرنسا وفى ١٩٩٥ كان نسبة الكهرباء من هذا المصدر ٧٦% و يقل ثمنها بمقدار ٢٧% مقارنة بالكهرباء

من ناتج الفحم. قد يرجع ذلك لتقدم الأبحاث وزيادة الأهتمام من الحكومة الفرنسية لهذا المجال وللتأمين الذى يغطى هذه الصناعة. لكن عموماً الطاقة النووية مكلفة فى المبانى الضخمة وتأمين الفواقد المشعة وكل ما يتعلق بالنواحى الأقتصادية.

ما زالت الذاكرة تحتفظ بما حدث لتفاعل تشيرنوبيل Chernobyl عام ١٩٨٦ فى أوكرانيا عندما أنفجر جزء من أحدى المفاعلات وتسربت منه مواد مشعة. سرعان ما أنتشر التسرب الأشعاعى فى طبقات الجو مما أثر على كل دول المنطقة الأوروبية. فى الكارثة مات العديد من رجال الأطفاء لتركيز المواد المشعة وفى مسافة ٣٠ كيلومتر تم ترحيل وهجرة حوالى ١١٦,٠٠٠ من سكان المنطقة. وللحماية تم التخلص من التربة المشعة والمبانى والطرق المتأثرة بالأشعاع. الأبحاث وضحت تأثر محاصيل وحيوانات ومياه المنطقة لحوالى قرن من الزمان. وقد ترجع الأسباب لنظام بناء وعدم ثبات المفاعل النووى ونقص الفهم العلمى والتكنولوجى وعدم أمانه لذلك فأخطاء البشر سببت الكارثة الأسوأ فى المفاعلات النووية. من الأمراض التى ظهرت بعد هذه الكارثة تخلف عقلى فى المواليد الجدد وسرطانات الغدة الدرقية والثدى والمعدة نتيجة سحابة تشرنوبيل.

فى أسلحة إنقسام الذرات يستخدم اليورانيوم U-235 والبلوتينيوم Pl-239 والأخير ينتج فى المفاعلات النووية. خطورة كيلوجرامات قليلة من البلوتينيوم تكفى لتصنيع قنبلة نووية فى مثل قوة القنبلة التى حطمت ناجازاكى وهيروشيما فى الحرب العالمية الثانية. هذا ما دعى العالم للرعب من أن تقع مثل هذه الكميات الموجودة فى روسيا غير المستقرة فى أيدى العابثين.

الطـــــاقة المتجــــددة Renewable Energy

حلقات النقاش الدائرة بين أعادة التخذين وأعادة تكوين مصادر جديدة. الـ Reserves تعنى إيجاد تكنولوجيا أقتصادية لأنتاج الطاقة، بينما الـ Resources تعنى نظرياً الطاقة العظمى المعتمدة على المعلومات الجيولوجية. قدر مركز المعلومات الطاقة الأمريكى Energy Information Administration (EIA) محتوى الفحم العالمى ١,٠٨٣ بليون طن ومخذون الزيت ١,٢٠٠ بليون برميل والغاز الطبيعى ٥,٥٠٠ تريليون متر مربع والتوقع أن هذه المصادر ستستمر حتى ٢١١١ إذا أستمر معدل الأستهلاك الحالى كما تقول الأحصائيات.

لذلك كان على عاتق العلماء أيجاد مصادر طاقة بتكنولوجيات جديدة وعدم الأعتماد الكلى على المصادر التقليدية. ففى السنوات الأخيرة ظهر إستخدام العديد من مصادر الطاقة الغير مستهلكة منها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية وطاقة النباتات biomass وطاقة حرارة الأرض geothermal energy وطاقة المحيطات. تستخدم هذه الطاقة فى تسخين وتبريد المبانى وتوليد الكهرباء والتسخين فى الصناعة ووقود لوسائل النقل. زيادة أستعمال هذه الوسائل يقلل من إحتراق وقود الفحم والبترول والغاز الطبيعى، ويساهم فى تقليل تلوث الهواء وإنبعاث ثانى أكسيد الكربون ويشارك فى أعتماد الدول على مصادرها الخاصة ويمنحها الأمان الأقتصادى والسياسى.

فى بعض البلدان أستخدمت الطاقة من الرياح كنوع طاقة غير ملوث وبنيت التربينات فى السرعة المثلى لأنتاج الكهرباء. إلى أن ظهرت تربينات الرياح ذات السرعات المتعددة فى التسعينات بسرعة ١٥-٢٧ كيلومتر فى الساعة. ويمكن أنتاج كميات من الطاقة بهذه الوسيلة بصورة أقتصادية حيث تقل التكلفة للكيلووات فى الساعة من ٠,٣ الى ٠,٠٤ دولار للتربينات المحسنة. ولأن هذه الطاقة متجددة ولقلة تأثيرها على البيئة والتكلفة الأقل مقارنة بالطاقة من حرق الفحم أو الطاقة النووية فالأتجاه الآن لمثل هذه النوعية من الطاقة.

تنتج الشمس كميات هائلة من الطاقة ينتشر معظمها فى الفضاء ويصل جزء قليل منها الى الأرض. وللحصول على الطاقة الشمسية يجب تركيزها غير أن هذه الطاقة تختلف حسب موقع المكان الجغرافى والوقت من السنة ومن اليوم ودرجة كثافة السحب. فالقرب من خط الأستواء أكثر من القطبين الشمالى والجنوبى وكذلك فى الصيف ووقت الظهيرة وقلة السحب كلها عوامل تزيد من الطاقة الشمسية. وبرغم التكلفة إلا أن زيادة التعرض الشمسى يقلل من هذه التكلفة الأقتصادية.

لذلك فأن الطاقة الشمسية المباشرة Direct Solar Energy تعتبر من التكنولوجيات الواعدة لتسخين المياه والتدفئة وأنتاج الكهرباء بصور آمنة. فالبيوت الزجاجية تحتفظ داخلها بالحرارة من التعرض للشمس للسماح للضوء المرئى وعدم السماح للأشعة تحت الحمراء (الطاقة الحرارية) بالمرور. وهذا هو السبب فى دفء هذه البيوت الزجاجية بدون الحاجة للمضخات أو المراوح لتوزيع الحرارة. وفى البيئة المشمسة الحرارة تخزن فى الأرضيات والحوائط وأنابيب المياه وينتقل خلال المبنى لتصاعد الهواء الدافئ وهبوط الهواء البارد.

أنتاج الكهرباء الحرارية من الشمس Solar thermal electric يتم فى جنوب كاليفورنيا بأستخدام المرايات الموجهة بالكمبيوتر فى تجميع الشمس لكفاءة مثلى بتركيزها على أنابيب زيت. تسخين الزيت الى ٣٩٠°م وأستخدامه فى تحويل الماء المخزن إلى بخار والذى يحول التربينات لأنتاج الكهرباء. تكاليف الكهرباء الناتجة من الطاقة الشمسية تساوى ٠,٠٩ دولار للكيلووات فى الساعة.

ومن الصور غير المباشرة للطاقة الشمسية أستخدامها فى حرق الخشب وفواقد الزراعة من مواد حيوية أو مواد عضوية Biomass، ومن الأنواع الأخرى للطاقة الشمسية غير المباشرة الرياح Wind مع الشمس تسبب تدفئة للجو ومجارى الأنهار Hydropower تنتج الكهرباء بالتيار المائى والطاقة الشمسية. قديماً أستخدمت المياه المنحدرة فى تحريك الصخور لطحن الحبوب لدقيق وهو ما يحدث فى أنتاج الكهرباء. ففى شلالات نياجرا جزء من مياه الشلال يتحول لقوى تحرك التربين وتولد الكهرباء التى تباع للسكان ومصانع المنطقة.

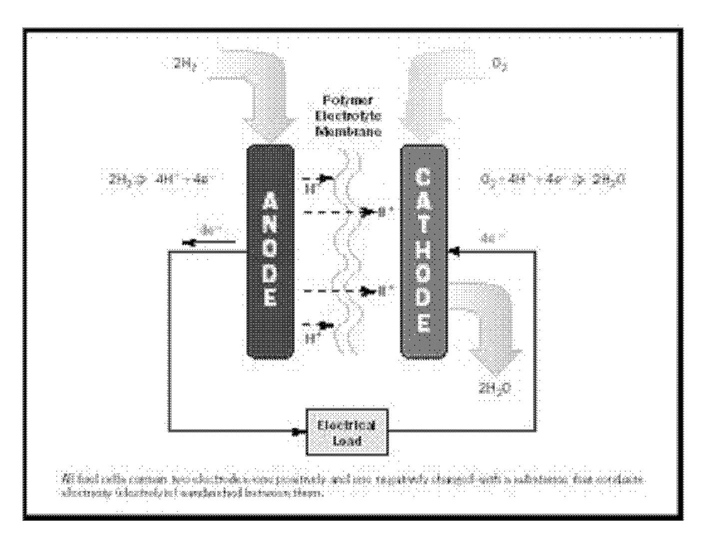
وهناك طاقة المحيط Ocean energy فى مناطق قليلة بالعالم تمتاز بالأمواج وفيها تبنى محولات لأنتاج طاقة حرارية. ففى النرويج توجد محطات لصيد المياه من الأمواج فى سدود وجعلها تتدفق خلال تربين. وفى فرنسا محطة طاقة أخرى على نهر الرانس ينتج كهرباء من الأمواج المندفعة خلال تربينات فى بوابة النهر. فى هاواى محطة صغيرة تستعمل حرارة سطح الماء الدافئ لتبخير ماء البحر البارد لأنتاج بخار يشغل تربين ومولد.

والعديد من الدول بدأت سباق أبتكار الطاقات الآمنة بصور عديدة مثل حرق الأخشاب فى الفلبيين ومولدات كهرباء الرياح فى الدنمرك وتحويل قصب السكر إلى وقود كحولى فى البرازيل والخلايا الضوئية Photovoltaic solar cells فى الهند والجزائر وحرق الأطارات القديمة فى دول أخرى. الخلايا الضوئية عبارة عن أفلام رقيقة من كريستال السليكون المعاملة بمعادن معينة وخلال سريان الألكترونات عند أمتصاص الطاقة الشمسية تنتج الكهرباء. وهى تعمل حتى فى أيام السحب والأمطار فى تقوية الأقمار الصناعية والساعات والحاسبات. الخلايا الضوئية مكلفة وتساوى ٠,٢٥-٠,٥٠ دولار فى الكيلووات فى الساعة غير أنه ينتج كهرباء بلا تلوث ويستعمل على مدى واسع من الأحجام.

أنتاج الهيدروجين بالشمس Solar hydrogen من الطرق الحديثة الآمنة والمرغوبة فالكهرباء الناتجة من الخلايا الضوئية يمكن أستعمالها فى أنقسام الماء الى غازات الأكسجين والهيدروجين. وبالطبع يمكن عمل ذلك بأستعمال الطاقات الأخرى ولكنها تكون أقل أماناً. الهيدروجين طاقة نظيفة بحرقها تنتج الحرارة والماء ولا ينبعث غازات سامة. قد تنتج أكاسيد نتروجينية بكمية قليلة سهل التحكم فيها. تساعد القوة الهيدروجينية الكهربية فى تسيير السيارات والتدفئة وأنتاج الكهرباء. هذه الطريقة يمكن بها تخزين الكهرباء والطاقة الشمسية بعكس الناتجة من الخلايا الضوئية، كما يمكن نقل الهيدروجين المضغوط فى مواسير بصورة أوفر من أسلاك الكهرباء. فقط ٨% من الطاقة الشمسية التى تمتص بالخلايا الضوئية تحول الى طاقة كيميائية ووقود الهيدروجين. ويحاول العلماء تقليل التكاليف حتى ينتشر أستعمال هذا النوع الآمن من الوقود بطريقة أقتصادية.

خلية الوقود Fuel cell أستعملت فى برامج الفضاء منذ ستينات القرن الماضى وتستعمل حديثاً فى ٦٠٠ مبنى مكاتب وفى المصانع والمستشفيات فى أمريكا. وفى واشنطن تم تجربة الخلايا فى السيارات وعربات النقل وأتوبيسات المدينة. وفى عام ٢٠٠٣ خطط الرئيس الأمريكى جورج بوش فى دعم ١,٢ بليون دولار لأبحاث هذه الخلايا. هذه الخلية تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية بأتحاد الهيدروجين من الخلية مع أكسجين الهواء وإنبعاث الماء. يمكن أمداد هيدروجين الخلية أما كغاز هيدروجين نقى بصورة مباشرة، أو بصورة غير مباشرة بتكوين الهيدروجين من الوقود الهيدروكربونى مثل الميثانول والغاز الطبيعى والجازولين.

هذه الخلايا تحتوى على ٢ ألكترود موجب وسالب الشحنة ومادة بينهما موصلة للكهرباء، وتبلغ كفاءة الخلايا ٤٠-٧٠% وذلك أعلى من كفاءة مولدات الأحتراق الداخلية (٣٠%). الأبحاث تدور حول تطوير غشاء الخلية Proton Exchange Membrane (PEM) المستخدم فى إنتاج الطاقة للسيارات، وتسمى polymer electrolyte membrane عند حرارة قليلة نسبياً له كثافة طاقة عالية.



مـن أنـواع الخلايـا حمـض الفوسـفوريك التجاريـة يعمـل بكفـاءة أعلـى مـن ٤٠%، والكربونـات المنصـهرة لها قدرة على الأستفادة بوقود الفحم. خلية الأكسيد الصلب تولـد الكهربـاء بكفـاءة ٦٠% تطبق فـى محطـات مولـدات المصـانع حيث تعمل لمدة طويلـة. وفـى برامج الفضـاء يستخدم نـوع alkaline ينجز كفاءة ٧٠% فى توليد الكهرباء ولكنه مكلف جداً. فـى إستخدام الميثـانول بحـرارة قليلة تبلغ الكفاءة ٤٠% ويستعمل الهيدروجين من الميثانول.

وحديثاً أستعملت وكالـة ناسـا National Aeronautics and Space Administration (NASA) مولدات طاقة تستعمل الطاقـة الشمسية لفصل المـاء إلـى هيدروجين وأكسجين. وكمـا يبـدو أن الـصعوبة الأكبـر فـى أسـتخدام خلايـا الوقـود علـى نطـاق واسـع هـو مـصدر وتخـذين الهيدروجين وتحويل وقود الجـازولين إلـى الهيـدروجين. ولكن الأكثر مثاليـة هو أستعمال الطاقـة الشمـسية فـى تكسير المـاء والحـصول علـى الهيـدروجين. ومعظـم شـركات البتـرول الأمريكيـة تستخلص الهيدروجين من الجـازولين للأستعمالات الصـناعية، والغـاز الطبيعـى الـذى يتفاعل مـع البخـار لتكوين الهيدروجين steam reforming وفـى الطـريقتين تقل الكفـاءة وتنبعـث بعـض الملوثـات. لأستخدام الطـاقـة الهيدروجينيـة لتشغيل السيارات لمسافات معقولـة يجب تخذين غـاز الهيـدروجين عنـد ضـغط عـالى جداً أو علـى شـكل سـائل فـى حـرارة منخفضـة جـداً. أمـا تخـذين الهيدروجين فـى صـورة صـلبة مثل المـادة المسامية nanotech التـى تشبه الأسفنجة تطفو فوق الهيدروجين.

طاقـة النباتـات Biomass تنـتج مـن التمثيـل الـضوئى للنباتـات الخـضراء وبقايـا المحاصـيل والحيوانات والطحالب. هذه الطاقة التى تنتج من Biomass حين تنظم جيداً تـصبح طاقـة متجددة وميزة هذه الطاقة أنه يمكن للدول النامية أن تعتمد عليها مثل حرق الأخشاب كوقود أولـى للطبخ.

يمكن تحويل هذه الطاقة أيضاً الى كحولات ميثانول وأيثانول تستخدم للأحتراق الداخلى للماكينات. لكن يمكن ملاحظة أن ٣٠-٤٠% من هذه الطاقة تفقد فى تحول الكحولات. أنتاج الكحول من محصول كالذرة يحتاج طاقة أكبر من أنتاجه عند حساب طاقة الزراعة والحصاد ولا يعتبر وقود الكحول طاقة متجددة.

كما يمكن أيضاً تحويل المواد الحيوية الى Biogas عبارة عن مخلوط غازات يمكن تخزينها ونقلها كالغاز الطبيعى ويعتبر وقود نظيف. ملايين العائلات فى الهند والصين تستخدم التحلل الميكروبى للبقايا الزراعية والمنزلية لأنتاج هذا الغاز الحيوى وأستخدامه فى التدفئة والطبخ كما يمكن أستعمال بقايا الحرق أو الهضم الصلبة كأسمدة. هناك أيضاً biodiesel المصنوع من زيوت الحبوب ودهن الحيوانات والذى ينمو أستخدامه.

مميزات أستعمال المواد الحيوية كمصدر للطاقة أنها تقلل الأعتماد على أنواع الوقود غير الآمنة وتقلل من الفواقد بإستعمالها بصورة مفيدة لأنتاج الكهرباء. كما أن نقص الرماد والأكاسيد الكبريتية فى عمليات الحرق، أما ثانى أكسيد الكربون الذى قد ينتج فى حرق هذه المواد العضوية يمكن التخلص منه بزيادة زراعة الأشجار. ففى التمثيل الضوئى للأشجار يتحول CO_2 إلى مواد عضوية كمصدر جديد للطاقة. أما عن عيوب حرق المواد العضوية هو أحتياجه للأراضى والمياه الذى قد يقلل من غرض الزراعة للغذاء وزيادة الأسعار. وعلى الأقل نصف سكان الأرض يعتمدون على هذه الطريقة كمصدر للطاقة من بقايا المحاصيل وبقايا الأخشاب. من جهة أخرى ترك البقايا النباتية وتحللها بدلاً من حرقها للطاقة يفيد التربة كمصدر للمعادن للنباتات الجديدة وتحسين الأنتاجية.

أنظمة Geothermal تعنى الحرارة من الأرض بتخصيص منطقة عميقة واسعة من سطح الأرض لأنتاج الكهرباء. من الدول التى أهتمت بطاقة الحرارة الأرضية أمريكا وأيسلندا وأيطاليا وكينيا والفلبين، وأستخدموا الطاقة فى تسخين المبانى والصوب ومزارع الأسماك وحمامات السباحة.

كفاءة الطاقة Energy Efficiency

كفاءة الطاقة هى النسبة المئوية بين محتوى الطاقة إلى الطاقة المستفاد منها، وتمكن أن تقيس كمية الطاقة المتحولة من نوع لآخر. فكفاءة طاقة لمبة عادية ٥% من الطاقة الكهربية تستعمل فى الأضاءة، بينما للمبة الفلورسنت ١٥-٢٠%. كذلك وقود الغاز الطبيعى يحول ٥٠% من طاقة الحرارة لطاقة كهربية مقابل ٣٨% لطاقة حرق الفحم. ولا تصل الكفاءة أبداً ١٠٠% لفقد بعض الطاقة كحرارة أما مباشرة أو نتيجة التقسيم بين أجزاء الموتور و المولدات.

بزيادة كفاءة الطاقة فى الصناعة والنقل و الطاقة المتحولة من الوقود المختلف يقلل من التلوث ويوفر الأموال. فطاقة توربين البخار يقلل فقد الحرارة أو الطاقة بأعادة تسخين البخار المكثف فى الغلايات. كما أن أتصال خليتين يزيد كفاءة الطاقة بأستعمال الحرارة المنبعثة فى أنتاج بخار لغلايات أخرى. أو بأتصال مولدات معاً فى توليد الكهرباء لصناعات كيماويات وورق وتكرير بترول أو أتصال حرارة وقوى لأستخدام الحرارة المفقودة لتسخين مبانى. وتزيد الكفاءة بتطوير التكنولوجيا وأستعمال عوامل مساعدة catalysts وتجديد أو أعادة تدوير مواد خام وأعادة أستعمال فواقد الصناعة.

كفاءة وقود السيارة (miles per gallon (MPG يعتمد على تصميم السيارة ووزنها لمقاومة الهواء ونوع الوقود المستعمل. فقد يستعمل فواقد زراعية وصناعات الورق والزجاجات أو أجزاء السيارة المعاد تدويرها لتقليل تكاليف الأنتاج. التقدم فى تصميم تكنولوجيا الموتور يشمل الحقن المباشر Direct Injection engine يقلل الحرارة المفقودة من حرق الجازولين ويزيد الكفاءة. كذلك السيارات التى لها مستودعين bifuel vehicles لنوعين من الوقود للجازولين والغاز الطبيعى أو البروبان.

وتبدو أهمية كفاءة الوقود من الناحية البيئية فى تقرير لمنظمة حماية البيئة عام ٢٠٠١ الذى ذكر أن الأمريكيين يختارون جزئياً منتجات ذات كفاءة عالية للوقود، حيث تقل إنبعاثات غازات الصوب الخاصة بظاهرة التدفئة بحوالى ٣٨ مليون طن كربون وذلك يعادل التخلص من ٢٥ مليون سيارة من الطريق.

البـــــاب العـــاشـــــــر

مصـــــــــــادر الغــــــــــذاء: تحــــــدى للزراعـــــــــــــة

Food Resources: A challenge for agriculture

لا شك أن التحدى الأكبر الذى يواجه البشرية هو السباق بين التعداد السكانى والحاجة إلى الغذاء فى مواجهة نقص وتجريف للتربة الزراعية. كل ذلك فى مواجهة الحالة الأقتصادية لدول العالم النامى من ناحية، والبيئة المتأثرة بالكثير من عوامل التلوث التى أصابت كل المصادر الطبيعية التى يعتمد عليها الأنسان لحل مشاكله الغذائية. وسنعرض هنا بعض من الوسائل التى أبتكرها الأنسان للحصول على مصادر غذائية صحية طبيعية.

الأسمدة الحيوية Biofertilizers

والزراعات العضوية Organic farming

شهد النصف الثانى من القرن العشرين تقدم فى أنتاج المحاصيل بسبب الأسمدة الكيماوية وغيرها، لكن لم يصاحب ذلك للأسف الحفاظ على صحة وخصوبة التربة والأهتمام بمحتواها الميكروبى والغذائى. والنتيجة المتوقعة أحتياج الهند مثلاً فى عام ٢٠٢٥ إلى ٣٠٠ مليون طن حبوب غذائية وعناصر غذائية معظمها من الأسمدة الكيماوية والباقى من بقايا المحاصيل والأسمدة الحيوية. وبالتالى فالتكلفة الباهظة للأسمدة الكيماوية من الفوسفات والبوتاسيوم تضاف على تكلفة أنتاج المحاصيل.

أضافة هذه العناصر بصورة أقل من الأحتياج المطلوب ربما لأرتفاع ثمنها، أو لنسبة العناصر N:P:K التى زاد الأحتياج منها فى السنوات الأخيرة من 1 : 2.4 : 5.4 إلى 1 : 3.2 : 9.5 لأسباب عديدة. من ناحية أخرى فالنقص الخطير من هذه المغذيات للتربة يؤدى لأمراض عديدة للنباتات المزروعة. كل هذه العوامل أدت لأقتراح نقص أستخدام الأسمدة الكيماوية وأستبدالها بالأسمدة العضوية organic manure كبقايا المحاصيل والأسمدة الحيوية فيما يسمى بسياسة Integrated Nutrient Management (INM).

من المعروف إرتباط جذور النباتات بأنظمة متعددة من الكائنات الدقيقة ومغذيات عديدة فى التربة، وتسمى منطقة المكونات والكائنات الدقيقة فى محيط الجذور rhizosphere. الكائنات الدقيقة تتغذى على إفرازات جذور النبات وبدورها تمد التربة بالمغذيات من نيتروجين وفوسفور فى تواجد الأسمدة الكيماوية والعضوية. الحفاظ على الميكروبات فى هذه المنطقة المحيطة يساهم فى صحة النباتات والتربة أيضاً وإنتاجية المحاصيل crop productivity ودورات العناصر الغذائية.

هذا يعنى ان نقص العناصر الغذائية يؤدى إلى تحطيم تركيب وصفات التربة soil degradation ، فأستعمال الأسمدة الكيماوية يحتاج إلى أستراتيجية طويلة المدى لا تؤثر على أنتاجية المحاصيل. هذا أدى لزيادة الأهتمام بإستعمال الأسمدة الحيوية ومحتويات البيوتكنولوجى لخصوبة الأراضى والمحاصيل الزراعية. بالرغم من لزوم الأستعمال المتوازن لفترات كبيرة من كل من الأسمدة الكيماوية والأسمدة العضوية.

سياسة INM تعنى فى محتواها تقليل الأسمدة الكيماوية المستخدمة وتعظيم كفاءة المستخدم منها فى ذات الوقت لخصوبة التربة ومساعدة المزارع. هذا يستلزم خمس أساسيات وإرشادات يجب أتباعها فى التربة هى التخلص من الكيماويات من التربة بالمحاصيل، والحفاظ على التركيب الطبيعى physical texture للتربة، والبعد عن الآفات والأمراض، والتحكم فى حموضة التربة والسمية، والتحكم فى تآكل وتعرية erosion التربة. على هذا فأن المطلوب هو التحكم بتركيبات متوازنة من بقايا المحاصيل والأضافات الميكروبية microbial inoculants والأسمدة الكيماوية معاً.

هدف هذه السياسة كما يشرحها المتخصصون هو أتاحة availability العناصر الغذائية من كل المصادر فى التربة فى موسم النمو. ذلك لأيفاء أحتياج النبات من المغذيات مع سعة العناصر الغذائية فى التربة والحفاظ على تفاعلات مثلى لكائنات التربة soil-biota وتقليل العناصر فى التربة وأيضا الأثر الضار للأسمدة الكيماوية فى البيئة.

من الأضرار الواضحة للأستعمال السيئ للأسمدة الكيماوية خلال القرن المنصرم حدوث عدم أتزان لعناصر النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم أثر على المدى الطويل فى خصوبة التربة. ومما حد من أنتاجية المحاصيل هو الزراعات الكثيفة المتوالية التى أدت لأجهاد التربة ونقص

العناصر الغذائية الصغرى secondary and micro-nutrients. أستعمال الأسمدة العضوية الخضراء وبقايا المحاصيل والفواقد المتحللة حيوياً لا يقلل فقط من الأسمدة الكيماوية ولكن يزيد من كفاءة العناصر ويحسن التركيب الطبيعى والبيولوجى للتربة على المدى الطويل.

الأسمدة العضوية والتى منها (farmyard manures) FYM تزيد من أنتاجية المحاصيل وتساهم كما ذكرنا فى خصوبة التربة. وهى إن تضمنت فقط بقايا المحاصيل قد تضر النباتات، لكنها تشمل بقايا الحيوانات والعظم والدم والبقايا الزيتية والفواقد المنزلية والتى قد لا يعاد تدويرها. بقايا البقوليات كذلك كما هو معروف تمد المحاصيل بالعناصر الغذائية وتزيد من *Rhizobium* الذى يمد النباتات بالنتروجين الجوى. مما قد يوفر للمحاصيل التالية فى الدورة الزراعية بحوالى ٢٠-٥٠% من الأحتياج النتروجينى. كذلك خلط البقوليات بالحبوب مثل الذرة السكرية والبسلة للمحاصيل ذات الأحتياج الأقل من النتروجين يزيد من النشاط البيولوجى.

تبلغ بقايا قصب السكر حوالى ٥,٦ مليون طن بقايا صلبة وحوالى ٤٠ بليون طن بقايا سائلة فى بلد بأكملها. هذه البقايا تحوى كميات كبيرة من العناصر الكبيرة والصغيرة مثل (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Cl) فى حين أن هذه الفواقد تعتبر ملوثات للتربة والبيئة. الديدان والعمليات الحيوية تستطيع تحويل هذه البقايا إلى مواد نشطة حيوية compost تحوى نتروجين ١,٨-٢,١% وفوسفور ٠,٠٨-٣,٦% وبوتاسيوم ٠,١-٠,٤٢% وكربون عضوى ٩-١٥% وغنى المحتوى من عناصر Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn.

الأسمدة الحيوية تعرف بأنها نواتج نشطة بيولوجياً أو أضافات ميكروبية مثل خليط من بكتريا وطحلب وفطر أو بصور منفردة تساعد النبات على التثبيت النتروجينى. أستعمال الأسمدة الحيوية أستعمال أقتصادى لرفع القيمة الأنتاجية للمحاصيل وفائدة بيئية لتقليل خطورة الأسمدة الكيماوية. وتشمل الأسمدة الحيوية مثبتات النتروجين symbiotic nitrogen fixers مثل *Rhizobium* spp.، ومثبت النتروجين الحر asymbiotic مثل *Azotobacter, Azospirillum, etc.* ، والطحالب الخضراء المزرقة مع *Azolla* وكذلك mycorrhizae.

ولقد أثبتت الطحالب البحرية ذاتية التغذية التى تمتد على الشواطئ البحرية والمحيطات والمياه العذبة أنها مصدر كغذاء ودواء وفى مستحضرات التجميل ومخصب زراعى وسماد عضوى. حيث تنتج أنواعها الخضراء والبنية والحمراء ٩٠% من أكسجين الهواء الجوى.

Organic farming and organic food الأغذية والزراعات العضوية

فى السنوات الحديثة زاد قبول المستهلك إلى الأغذية العضوية والتى تعتبر بالمقارنة أكثر أماناً. ذلك لخلوها من المبيدات الكيماوية ومبيدات الحشائش وبقايا الأسمدة وأيضاً لقيمتها الغذائية ولأنها منتجات صديقة للبيئة. كذلك الزراعات العضوية تحافظ على خصوبة وصحة التربة فالبقايا العضوية وزيوت النيم والفحم والكيروسين أو التحكم البيولوجى يقضى على الآفات. زاد الأقبال على سوق المنتجات العضوية فى السنوات الأخيرة والأقبال على المنتجات التى لها شهادة مذكورة بأنها أغذية عضوية.

هناك الأقماح العضوية المصدرة للخارج التى تستهلك ١٦-٢٠ طن للهكتار من المواد العضوية المحللة التى تضاف شهرين قبل الزراعة. قد تنقع البذور طول الليل فى بول الأبقار المخفف بالماء قبل الزراعة، وتعامل البذور أو التربة بالأزتوباكتر لتثبيت النتروجين الجوى وأذابة الفوسفات. كما قد يكون لزيوت النيم دور فى الحماية من الآفات فى المراحل الأولى فى الزراعة قبل أن يصل طول النبات إلى ١٥ بوصة. تحسين الأنتاج على مدى السنوات يقلل من التكلفة العالية للأهتمام بالزراعات العضوية ويساهم فى تقليل أسعارها.

زاد تواجد الشاى العضوى فى الأسواق الهندية بعد التحسن الواضح برغم غلو ثمنه والذى يبلغ ثلاث أو أربعة مرات سعر الشاى التقليدى. تستعمل المبيدات الحيوية أو حرق البقايا العضوية أو زيوت الكيروسين والنيم للوقاية من الآفات. أنتاجية الشاى العضوى مكلفة وأنتاجيته منخفضة ولكن سعر السوق المرتفع يعوض التكاليف مقارنة بالشاى التقليدى. ويتوقع الأقتصاديون مع زيادة الطلب على المنتجات العضوية أن تقل تكلفتها.

ترجع المحاولات الأولى لولاية بنسلفانيا الأمريكية فى عام ١٩٤٦ لأنتاج الغذاء العضوى organic foods حيث حاول بعض المزارعين الحفاظ على طرق زراعتهم طبيعية بدون أستخدام أسمدة أقتصادية أو مبيدات وهرمونات ومضادات حيوية. أستخدموا بقايا النباتات وروث الحيوانات لتسميد التربة والحشرات المفيدة للقضاء على الضارة منها. أنتقاء المحاصيل لحماية النبات من الحشرات وتقليل التسميد وزراعة ثلاث أو أربع دورات فى السنة بغرض جودة

التربة مع الأهتمام براحة الأرض كل فترة. الآن وبعد توسع فى هذه الزراعات وصلت مساحة الأرض ٦٠٠ فدان يعمل فيها ١٠٠ عامل لزراعة القمح وفول الصويا والذرة والطماطم والفول الأخضر وغيرها وتربى فيها الدجاج والماشية. توسعت الزراعات العضوية والصناعات المتعلقة بها فأصبحت نصيبها ٢،٣ بليون دولار فى السنة وأكثر من ٥٣٠٠ مزارع فى أنحاء الولايات المتحدة يعملون بهذه الزراعة.

الأغذية الطبيعية natural foods هى التى لا تدخل فى طرق تصنيعية ولا تحتوى مواد حافظة صناعية أو ألوان وروائح غير طبيعية أو سكر مكرر أو محليات تصنيعية أو زيوت مهدرجة. بعض الأغذية الطبيعية تعتبر عضوية حسبما ذكرت المنظمة Organic Food Production Act عام ١٩٩٠. أعتبرت الأغذية العضوية محاصيل تنمو فى تربة خالية من الأسمدة الكيماوية والمبيدات لمدة ثلاث سنوات ويطلق على محاصيلها certified organic. كذلك الدواجن والماشية أذا ربيت فى مزارع مفتوحة ولم تعامل بمضادات حيوية مثل ما يحدث للمزارع المزدحمة أو الهرمونات التى تزيد النمو وأنتاج اللبن.

لمجهود العمالة العالى والمنتج القليل بالمقارنة بالزراعة التقليدية فقد يزيد السعر بمعدل ٥-٣٠% عن التقليدية. لكننا لا ننكر المجهود المبذول لجعل الكيماويات المستخدمة فى الزراعات التقليدية أكثر كفاءة ورفع للأنتاجية. لكن المشاكل البيئية المصاحبة للزراعة التقليدية لأنتاج الغذاء الكافى للأعداد المتزايدة هى التحديات التى تواجه البشرية اليوم.

الأحتياجات الغذائية والتى تفى بالعناصر الغذائية الضرورية من كربوهيدرات وبروتين ودهون سواء للحيوان أو الأنسان. الكربوهيدرات هى الجزئيات العضوية مثل السكر والنشا يدخل فى عمليات ميتابولزم فى الجسم لتنفس الخلية وإنتاج الطاقة التى تنتقل لجزئى ATP. يستخدم الجسم هذه الطاقة فى حركة العضلات والتدفئة وإصلاح الخلايا المصابة والنمو ومقاومة العدوى والتوالد والحفاظ على الحياة. البروتينات هذه الجزئيات الكبيرة المعقدة مكررات وحدة الأحماض الأمينية له أدوار عدة منذ هضمه وإمتصاص الأحماض الأمينية والتى تمثل فى بروتين الجسم حتى الشعر والأظافر والعضلات. كما أن البروتين يدخل فى الميتابولزم لتنفس الخلية و أنتاج الطاقة. الأحماض الأمينية المطلوبة فى التغذية عددها حوالى عشرون يصنع منها الجسم أثنى عشر يستعملها كمواد بدائية. وعموماً تفتقد خلايا الأنسان القدرة على تخليق الأحماض الثمانية

الأخـرى فيجـب وجودهـا فـى الغـذاء فتـسمى essential amino acids (isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan, valine).

الليبيدات مجموعة مختلفة من الجزئيات العضوية تشمل الزيوت والدهون تدخل ميتابولزم تنفس الخلايا لتمد الجسم بمستوى عالى من الطاقة يزيد عن ما ينتجه الجرام الواحد من الكربوهيدرات أو البروتين. بعض الليبيدات تلعب دورها كهرمونات أو مركبات أساسية فى جدر الخلايا وتسمى فوسفوليبيدات. بالأضافة الى الماء والمعادن غير العضوية مثل الحديد والكالسيوم التى تهضم فى صورة أملاح مذابة. والفيتامينات الجزئيات العضوية والتى تحتاجها الخلية الحية بكميات بسيطة جداً. وهى تساعد لتنظيم الميتابولزم والعمليات الحيوية فى الجسم. بينما يخلق النبات معظم الفيتامينات، الأنسان والحيوان يجب أن يحصل عليها فى الغذاء.

مشاكل نقص الغذاء فى العالم تعرض لها ٨٤٠ مليون من البشر عام ١٩٩٦ خاصة فى منطقتى جنوب اسيا والصحراء الأفريقية. الشخص البالغ يستهلك كمية كافية من الغذاء حتى يحصل فى اليوم على حوالى ٢٦٠٠ كيلوكالورى. الأستفادة بأقل من هذا الأحتياج يسمى undernourished والمقدر أنه يوجد ١٨٥ مليون طفل تحت الستة أعوام يعانون من نقص الوزن. كمية السعرات ليست العامل الوحيد للتغذية الجيدة ولكن العناصر الغذائية الضرورية والتى بدونها تظهر حالة malnourished. الأشخاص البالغين الذين يعانون من سوء التغذية أكثر عرضة للأمراض والأطفال يصبح نموهم أقل من الطبيعى وتحصيلهم الدراسى أقل. وأشهر أمراض سوء التغذية Marasmus من غذاء قليل السرعات وقليل البروتين كما يظهر على أطفال الشعوب النامية والفقراء فى سنتهم الأولى. أما نقص البروتين قد ينتج Kwashiorkor يعانى منه كل الأطفال الفقراء فى صورة جفاف وأحياناً تخلف عقلى مع أنتفاخ البطن.

المجاعة famine تنتج من الحروب أو الفيضانات التى تظهر فى الشعوب النامية مثل أفريقيا واسيا وأمريكا اللاتينية. على الناحية الأخرى فأن زيادة الأكل عن الحاجة يسمى overnutrition فى الدول المتقدمة وبعض أغنياء الدول النامية، وعادة يزداد فيه الدهون الحيوانية المشبعة والسكريات والأملاح. من نتائجها السمنة وضغط الدم العالى والسكر وأمراض القلب وأحتمالات السرطان.

التلوث الكيميائى فى الأغذية Chemical contaminant in food

الأغذية الحيوانية التى تنتج بدون تحذيرات لمواد محرمة ولبقايا الأدوية البيطرية المسموحة وأضافات الأغذية عن المستوى المسموح تحتاج من آن لآخر على التأكيد على أهمية الغذاء الآمن للمستهلك. يتضمن قسم سلامة الغذاء لمركز الغذاء العالمى مجالين من الأبحاث الأول لمنع مضادات الميكروبات وبقايا البروتين المرتبط النتروفيوران فى اللحوم، والثانى لمضافات الغذاء المترسبة فى لحم وبيض الدواجن. من ملوثات الغذاء الطبيعية mycotoxins التى تنتج من أشكال mycotoxigenic للفطر على الحبوب والفواكه أثناء نمو النبات أو التخذين. يتعرض المستهلك للسموم من نواتج النبات مباشرة أو من الأغذية الحيوانية لحوم وألبان بصورة غير مباشرة لتلوث غذاء الحيوان.

رصد الأدوية البيطرية وبقايا الأضافات الغذائية فى اللحوم والبيض يجب أن يكون فى المستويات المقبولة لضمان سلامة الغذاء للمستهلك. يهتم مركز الغذاء العالمى وقسم سلامة الغذاء بمنع مضادات الميكروبات والنيتروفيوران فى اللحوم وأضافات الأغذية coccidiostats فى بيض ولحوم الدواجن. الأستعمال العالى من النيتروفيوران فى بعض بلدان جنوب شرق آسيا وجنوب أمريكا تم أكتشافه فى صادرات دواجن وأسماك إلى أوروبا عام ٢٠٠٢. كذلك فأن أضافات أدوية "coccidiostats" anti-coccidial drugs للدواجن يجب منع أضافتها لغذاء الدواجن قبل الذبح أو أنتاج البيض.

مشاكل طرق التصنيع الغذائى و الأضافات الغذائية

الأنتاج العالى للمحاصيل يسبب أستهلاك للبيئة مع تكاليف الطاقة الباهظة مثل طاقة الفحم لتشغيل الماكينات الزراعية ولأنتاج الأسمدة غير العضوية مثلاً وبناء السدود والقنوات لأنظمة الرى بالمضخات من المياه الجوفية. بالأضافة إلى أن معظم الغذاء ليس محاصيل بصورة مباشرة لكن يمر بعمليات تصنيع غذائى. هذه العمليات مثل التجفيف والتجميد والتعبئة والبسترة والمعالجة والأشعاع لمعالجة الفساد. ويأتى دور الأضافات food additives لتحسين الطعم واللون والقوام

وتقليل الفساد وزيادة فترة حفظه. من أشهر هذه المواد وأقدمها أستعمالاً السكريات والأملاح لحفظ الأغذية مثل الجيلى واللحوم. وأحياناً الأحماض الأمينية الأساسية والفيتامينات لزيادة القيمة الغذائية لأستبدال المغذيات المفقودة بالتصنيع. أيضاً تستخدم الملونات الطبيعية والصناعية لأكساب اللون المطلوب والمواد الحافظة مثل sodium propionate, potassium sorbate لوقف النمو البكتيرى والفطرى. وأيضاً لأكسدة الليبيدات نحتاج لمضادات الأكسدة antioxidants مثل butylated hydroxyanisole BHA, butylated hydroxytoluene BHT.

الأغذية المهندسة وراثياً (biotechnology) genetic engineering هى نقل جين معين من خلية حية وأدخالها فى خلية عضو أخر أو نوع نبات أخر والمعنى الأشمل أستعمال كائنات أو خلايا للأنتاج. الأستعمال المعروف عند أنتاج الأدوية وتحسين الزراعة أو طرق التربية التقليدية و مقاومة الأمراض. ممكن جعل النبات يحتوى على كل الأحماض الأمينية الأساسية وصفة مقاومة الحشرات أو جعلها أكثر أحتمالا للحرارة أو البرد أو الملوحة أو المبيدات. بعض التجارب الحديثة وضحت وجود جين يمنع جذور النبات من أمتصاص الألمونيوم المسبب للسمية فى الأراضى الحامضية. لأحتمال أستخدام الهندسة الوراثية فى أنتاج مشاكل مرضية يجب التركيز على النواحى الآمنة للأنسان والبيئة مع تعظيم الفائدة التى تعود من تقليل أستعمال المبيدات. ولأن هذا العلم يعتبر حديث فلذلك هناك بعض علامات الأستفهام حول دور الكائنات المحورة وراثيا على البيئة.

مواجهة مشاكل الزيادة السكانية و أثرها على البيئة

أشار كتاب "البيئـــــة" الطبعة الثانية "Environment" إلى تضاعف الكثافة السكانية فى مصر لحوالى ثلاث مرات عن عام ١٩٥٠ مع مراعاة أن معظم الأراضى صحراوية وتمركز السكان حول الشريط الضيق من نهر النيل. وبرغم إنخفاض عدد المواليد فى الأسرة الواحدة من متوسط ٧ خلال الستينات إلى ٣ فى أواخر القرن الماضى عن طريق برامج أسرية متطورة عرفت ببرامج تنظيم الأسرة وخططها التى أصبحت مؤثرة خاصة بنهاية ثمانينات القرن الماضى. هذه البرامج والتى واجهت إعتراضات فى بدايتها لبعض المعتقدات السائدة ركزت على خطورة زواج الفتيات فى القرى فى سن صغيرة. ركزت أيضاً على القيمة والفائدة التى تعود

على الأسر الصغيرة وعلى أقتصاد المجتمع بصفة عامة. ولكن مصر والكثير من الدول الأخرى فى حاجة لمجهودات مضاعفة ليس فقط لتنظيم الأسرة وإنما لثبات معدل الكثافة السكانية.

كارثة الزيادة السكانية تقلل من الضروريات المتاحة للفرد فى الدول النامية من مأكل ومشرب وبيئة نظيفة. وهنا تظهر أهمية أن نحافظ على ثبات المعدل السكانى population stabilization لأن الزيادة السكانية سوف تؤثر على فساد البيئة المحيطة والجوع والفقر والمشاكل الصحية. المواجهة الأعظم والعبء الأكبر سيكون على المجتمعات الفقيرة لنقص الموارد الطبيعية كالمعادن والبترول وإحتياجات الطاقة اللازمة لإستبدالها لشراء الغذاء الكافى. ومع الكثافة السكانية و المقرر أن نواجهها مع القرن الحالى نواجه نقص المساحة الزراعية والأستغلال السيئ للرقعة الزراعية، وتكاليف باهظة لمحاولات عديدة نبذلها لمحاولة زراعة الصحراء. ومن الصعوبة البالغة أن نتخيل أحتمال الأرض عشرة أو حتى ستة ملايين من البشر بظروف معيشية وسكن آمن وبيئة نظيفة.

يوجد رأى فى هذه المشكلة أن الحل ليس فى مواجهة الكثافة السكانية إنما فى نمو الأقتصاد والتقدم التكنولوجى لشعوب الدول لزيادة إنتاج الغذاء. كما يوجد رأى جديد أن توزيع جيد للموارد الطبيعية والزراعات والتكنولوجيا المتقدمة كفيل بحل هذه المشاكل.

مثلث السكان و الموارد و البيئة

Population, resources, and environment

هذه العلاقة بالحق معقدة وتحتاج للكثير من الدراسات فالموارد الطبيعية قليلة مقارنة بالكثافة السكانية للكرة الأرضية عامة. والغريب إن هذه الموارد والتى قد تتوفر للبلدان النامية وتزيد على أحتياجاتهم، شعوب العالم الغنية فى الجهة الأخرى تستنفذ مواردها وتساهم فى تحطيم البيئة خلال نظام معيشة عالى المستوى.

أنواع المصادر الطبيعية تنقسم إلى نوعين غير متجدد أو متجدد. المصادر غير المتجددة nonrenewable resources تشمل المعادن ووقود الفحم والزيت والغاز الطبيعى والتى

تستهلك بلا أحتياطى بديل فى فترة زمنية معقولة. فالبقايا العضوية المتحجرة تحتاج لملايين السنين لأعادة تكوينها. فالأرض التى تمتلك أحتياطى من هذه المصادر، أجلا أو عاجلاً سوف ينضب. ولا بد من مساهمة التكنولوجيا الحديثة فى إستبدال هذه المصادر الغير متجددة. وفى الناحية الأخرى تشمل المصادر المتجددة renewable resources أشجار الغابات وأسماك البحيرات والمحيطات والأسمدة العضوية بالتربة الزراعية وماء الأنهار والبحيرات العذب. ولهذه المصادر فى الدول النامية أهمية فى غاية الضرورة فى إستغلالها والحفاظ عليها. ولكن هذا الموضوع ليس بهذه البساطة فالأستهلاك السيئ والسريع لمواجهة مشاكل الزيادة السكانية الرهيبة تقضى على هذه المصادر المتجددة من ثروة سمكية وخصوبة الأراضى الزراعية فى وقت سريع. لذلك فأن هذه المصادر مؤقتة potentially renewable ولأهميتها للدول النامية يجب إستخدامها بوسائل آمنة وفى وقت يكفى لتجديدها. فإقتصاد الدول النامية يعتمد بدرجة كبيرة على أهمية الحفاظ على المصادر الطبيعية المتجددة لأجيال متعاقبة.

تعريف Population هو العلاقة ما بين عدد السكان وإستهلاك المصادر الطبيعية. ففى دول العالم المتقدم تأثير كبير من ولادة طفل واحد على البيئة وإستهلاك للمصادر الطبيعية عن ما يسببه ولادة دستة أطفال بالدول الفقيرة. ولا ننسى أن المصادر الطبيعية تستهلك فى مكيفات هواء وسيارات وأجهزة تسجيل وغيرها من مظاهر حياة مريحة للدول المتقدمة. والأثر الذى يحدثه المعدل السكانى على البيئة يمكن دراسته من العدد السكانى والتكنولوجيا التى تستخدم وتستهلك من المصادر والموارد وكمية المصادر الطبيعية المستخدمة للفرد الواحد.

Environmental impact = population x technological impact x consumption per person

لذلك فأن تلوث الجو بثانى أكسيد الكربون المنبعث من عادم السيارات يتأثر بالتكنولوجيا المستخدمة وعدد السكان وأستهلاك الفرد الواحد.

فيمكن التأثير على البيئة من خلال زيادة الكثافة السكانية people overpopulation كما فى الدول النامية developing nations وعلى النقيض زيادة الأستهلاك consumption overpopulation عند زيادة إستهلاك الفرد من الموارد مما يؤدى للتلوث البيئى. فالدول المتقدمة developed nations تمثل ٢٠% من السكان تستهلك أكثر من نصف الموارد مثل الألمونيوم والطاقة والزراعات واللحوم والماء العذب وتنتج ٧٥% من ملوثات الأرض.

العامل الأقتصادى للزيادة السكانية

أختلف الأقتصاديون أذا كان النمو السكانى يحفز النمو الأقتصادى والأختراعات التكنولوجية أو يثبطها. والحقيقة أن معظم الأختراعات التكنولوجية تحدث فى الدول التى تمتاز بمعدل نمو منخفض أو متوسط للسكان. لذلك فالمعدل الثابت للسكان من المحتمل أن يشجع النمو الأقتصادى ويرفع بالتالى من مستوى المعيشة. أرتفاع مستوى المعيشة يعتمد على زيادة معدل النمو الأقتصادى عن النمو السكانى والعكس يؤدى لتراكم الديون وضعف شديد للأقتصاد.

النمو السكانى و المدنية Urbanization

توزيع السكان فى المناطق الجغرافية والمدن يؤثر أيضاً فى البيئة والنواحى الأقتصادية. ولقد هاجر الناس فى التاريخ الحديث إلى المدن بحثا عن فرص أفضل. ففى الولايات المتحدة حاليا ٥% فقط يعملون بالزراعة بينما ثلاثة أرباع السكان يعيشون بالمدن وزيادة السكان بالمدن تسمى التحضر والتمدين. إختلاف المدنية ليس فى عدد السكان الذين يعيشون بالمدن ولكن فى نوعية الحياة والتى تتعلق بالموارد والمصادر الطبيعية بالريف وعدم تعلقها بهذه المصادر بالمدن. وتنمو المدن على زيادة وإتساع الريف لعدة أسباب منها الميكنة الزراعية والتحسين الزراعى بأقل فرص عمل بالريف يقابلها فرص عديدة فى الصناعة والثقافة والتعليم بالمدن. ميزات الحياة المتحضرة تواجه اليوم بمشاكل عدة فى الدول النامية والمتقدمة على حد سواء. فحتى الدول المتقدمة تواجه العديد من البشر الذين بلا مأوى أو مصدر رزق. ونسبة الذين يعيشون فى المدن للذين يعيشون بالريف تزيد فى الدول المتقدمة.

فى الدول الفقيرة كثير من السكان يعيشون بالريف وبالمدن أيضاً وهذا يوضح أن أكثر المدن أزدحاما بالسكان توجد بالدول الفقيرة. ففى عام ١٩٥٠ من عشرة دول وجدت ثلاث فقط بالدول الفقيرة وهى مدن شانجهاى وبيونس ايرس وكالكاتا وفى عام ١٩٩٤ وجدت سبعة مدن بالدول الفقيرة وهى ساوباولو ومكسيكو سيتى وشانجهاى وبومباى وبكين وكالكاتا وسيول. الزيادة السريعة فى نمو المدن بالدول الفقيرة والنامية لا تتيح لهذه الدول بتقديم الخدمات الأساسية من مساكن كافية مناسبة وغذاء صحى ومصادر كافية لماء شرب نظيف ومدارس وأهتمام صحى ووسائل مواصلات مريحة. فى المقابل يزيد أعتماد هذه المدن على القرى المحيطة لإمدادها

بالاحتياجات اللازمة من غذاء ومواد بناء. وزيادة النشاط المهنى فى المدن ينتج التلوث البيئي ويزيد معدل الجريمة فى هذه المجتمعات النامية لزيادة الفقر والجوع.

فمن الواضح أن تقليل عدد المواليد هو الحل لمواجهة الزيادة السكانية المضطردة. العادات الأجتماعية والثقافية والعقائد الدينية والحالة الأقتصادية والتنظيم الأسرى وتعليم الفتيات لها دور فى هذه المشكلة من الأنفجار السكانى.

البــــــاب الحـــــادى عشـــــر

نظام التدبير البيئى للمعامل الصغيرة

Environmental Management System for small lab

ظهر هذا التعبير فى ظل الأهتمام العالمى بالبيئة والأبحاث البيئية التى قامت منظمات حماية البيئة العالمية بدور كبير فيها، وحتى نضمن أن تكون المعامل هى المثال الأول فى كيفية الحفاظ على البيئة وعدم المساهمة فى تلويثها. أهتمت القوانين والتنظيمات البيئية بتحسين مستوى المعامل وعدم الضرر بصحة الباحثين ومحاولة حل المشاكل البيئية. هذه القوانين والشهادات تضمن مستوى جيد يحقق مستويات International Organization for Standardization ISO 14001 للمعامل.

يشير مصطلح منع التلوث Pollution Prevention (P2) لتقليل النواتج الملوثة أو منعها وكذلك المواد السامة والملوثات. ذلك بدون الدخول فى تكلفة أعادة التدوير والمعاملة أو تصريفها للتخلص منها. ويشير أيضاً لأنواع الفواقد المنبعثة للهواء والماء والتربة لمختلف المناطق البيئية.

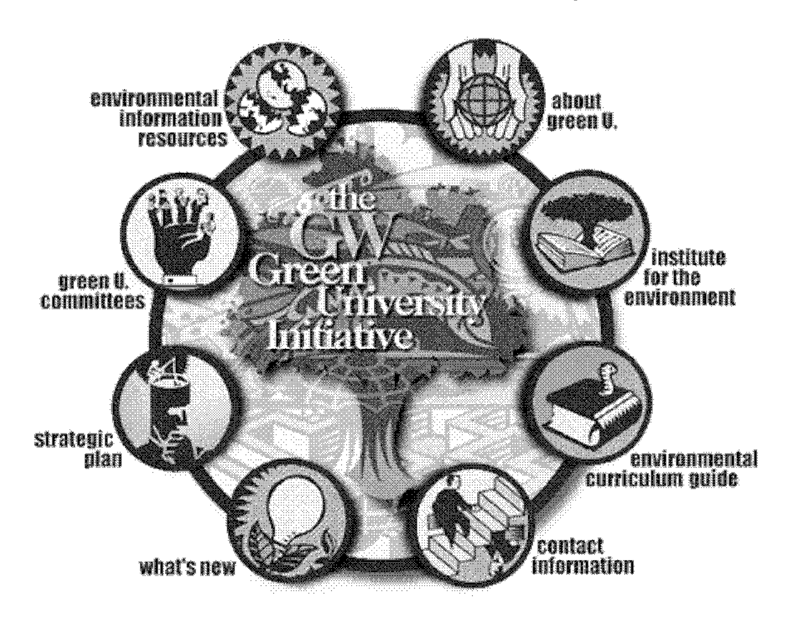
ISO 14001

واحد من أنجح المؤتمرات المنعقدة هو مؤتمر الأرض فى ريو دى جانيرو ١٩٩٢ لأنشاء ما يسمى قياس البيئة الدولية حسبما طلبت اللجنة المنظمة من منظمة القياسات الدولية International Organization for Standardization. الهدف لسهولة تنظيم الوعى البيئى وعدم تشجيع التلوث فى البلدان العديدة بقوانين البيئة الموحدة. وفى ١٩٩٦ تم نشر ISO 14001 Environmental Management Standard للعمل على تحسين البيئة. للعمل على العناصر والطرق التى تشرف عليها المنظمة للتأكيد على مستوى الأنجاز البيئى المناسب للنشاطات البيئية والنواتج والخدمات.

الأيزو ١٤٠٠١ تتبع أستراتيجية خطط، أعمل، أفحص، أنجز Plan, Do, Check and Act لنظام كفائى عالى. مع تماشي الأيزو مع القوانين البيئية ومنع التلوث وإستمرار الأنجاز. التنظيم

العالى للمشاريع فى الوحدة الأوربية وبدرجة أقل فى الولايات المتحدة هو ما حدث مع الأعتبار بالطبع لأهمية الضرورة الأقتصادية فى المشاريع.

Tomorrow's world & the Green University عالم الغد و الجامعة الخضراء



منذ عدة سنوات أنشئت فى العديد من الجامعات تخصصات تخدم البيئة وناتجة من ثمرة تعاون تخصصات علمية مختلفة فمن ذلك Environmental Toxicology Dept., Environmental sciences Dept., Environmental Chemistry Dept. ومنذ حوالى عشر سنوات، أبتكر أحد أساتذة جامعة جورج واشنطن بالولايات المتحدة (www.gwu.edu) تعبير الجامعة الخضراء فى أتصال مباشر بين مجهودات الصناعة والقوانين الحكومية فى ولايته. وبذلك ساعد دكتور أروين برايس عالم الأقتصاديات فى تطوير مفهوم التكنولوجيا البيئية بالتعاون مع منظمة حماية البيئة Environmental Protection Agency (EPA). من بداية مشاريع هذا الأستاذ الجامعى فى الجامعة الخضراء ناشد بترشيد أستخدام الأوراق وتقليل الفاقد منها وتوفير أنتاجها الزائد عن الحاجة. المفهوم الجديد للبيئة بدأت الجامعة أن توضحه فى مجتمعها وجعلت طلابها النواة الأولى للأجيال القادمة كرعيل للبيئة النظيفة. جعلت الجامعة معاملها فى خدمة منظمة حماية البيئة EPA وفى تطبيق مباشر فى المبانى والحدائق والمعامل لمبادئ الجامعة الخضراء. من هنا بدأ تشجيع طلاب المدارس والجامعات بهذه الولاية فى توظيفهم لخدمة بيئتهم من مشاريع أعادة التدوير وغيرها.

هذا العلم الذى لم يوجد يوماً لخدمة الطلبة فقط ولكنه أيضاً وجد بالدرجة الأولى لخدمة المجتمع. فالمشكلة الحقيقية تواجهنا جميعاً فى تحدى لمشاكل بيئية خطيرة تلزم كل فرد فى مجتمعنا أن يفكر ويعمل ثم يعلم مفهوم البيئة الجديد. البيئة التى تنتقل مشاكلها تدريجياً بالهواء والتربة والماء لكل أنحاء الكرة الأرضية فلا تقتصر على الدول النامية أو المستهلكة فقط.

من منتصف القرن العشرين ظهر عدم تحكمنا فى نظام غذائنا العالمى، فالتربة الزراعية الخصبة تغيرت أو أستهلكت وثلث الغابات لم تستبدل و طبيعة الغلاف الجوى قد تغير. ففى ثمانينات القرن الماضى ومع الزيادة السكانية، لزم على ٨٠% من الأراضى الزراعية أن تكفى لأشباع ضعف العدد من سكان الأرض الذين كانوا على سطح الأرض فى الخمسينات. حوالى ٩٨% من هذه الزيادة السكانية تحدث فى الدول النامية أو الفقيرة والتى تزداد فيها مشاكل الجوع. كما تغير أيضا التوزيع السكانى على سطح الأرض، مع الثورة الصناعية ١٨٠٠ كان حوالى ٣% من البشر يعيشون فى المدن والآن حدث تغير كبير فبعد مائتى عام أصبح معظم البشر يعيشون فى المدن.

مشكلات عدة قد ظهرت مثل دفء الأرض global warming ومشكلة ثقب الأوزون depletion of stratospheric ozone layer والتى كانت تحمينا من الأصابة بالسرطان بسبب الأشعة فوق البنفسجية. كلاً من الدول الصناعية والمتقدمة تشتركان فى أنبعاث غازات CO_2, NO, O_3, CH_4, CFCs والتى تصطاد طاقة الشمس الأشعاعية. وبرغم ثبات مناخ الأرض خلال الحقبة الماضية (عشرة آلاف عام) فأن النشاط الأنسانى قد غير من المناخ. زادت حرارة سطح الأرض نصف درجة فى القرن الماضى ومقدر أن تزيد من درجة إلى ثلاث درجات فى القرن الحالى. المشكلة فى أن معظم الدول المتقدمة أقلمت المعيشة على الظروف الجديدة بينما لم تتمكن الدول النامية من ذلك للتكلفة الباهظة. هذه الزيادة فى الحرارة يتبعها إنصهار قمم الجبال الثلجية بـ Greenland ويزيد مستوى سطح البحر ٩٧,٢ متراً مما يهدد المدن الساحلية. ومع تقليل سقوط الأمطار تختل الخريطة الزراعية فتزداد الصوب الزجاجية فتنبعث منها غازات تهدد الغلاف الجوى فى دائرة من المشاكل البيئية.

كل مشاكل الكرة الأرضية مشاكل متداخلة بين الدول الفقيرة والغنية، النامية والمتقدمة فى عالمية واحدة internationalism لذلك فمن الصعب أن تناقش فى مجتمع أو دولة واحدة. التعاون السياسى والأقتصادى الإيجابى يجب أن ينشأ أولا بين أقطاب الأرض الشمال والجنوب فى

مساهمة معونات منخفضة الفائدة ومساهمة تعليمية وثقافية. فالأتزان مع البيئة المحيطة منبعها وجهة نظرنا وقيمنا والواجب علينا أن نتصل معاً لحل مشاكلنا. فمن غير الممكن أن نستمر فى نفس الأتجاهات والأنشطة والسلوك دون أن نتوقع زيادة مشاكل الأرض. الأجيال القادمة يجب أن تتحمل دورها وأن تتفهم خطورة المشاكل البيئية الملقاة على عاتق سكان الأرض. يجب أن يحدث الأتزان بين الثورة الزراعية والثورة الصناعية فى مواجهة الأحتياجات المتزايدة.

التغيير المنشود يجب أن يشمل على المستوى الشخصى نظرة نحو الرجوع للطبيعة حتى لو بين سكان المدن لكل الكائنات الحية المحيطة. التفاعل مع البيئة المرئية وغير المرئية من كائنات حية دقيقة مفيدة أو غير مفيدة، مع إستعمال التكنولوجيا كوسيلة دون أن تؤثر على النظام البيئي المتزن. فالمسئولية التى نتحملها اليوم ستشكل البيئة التى ستعيش فيها الأجيال القادمة فى عالم الغد. فيجب أن تتحمل الأجيال الحاضرة مسئولياتها نحو أجيال المستقبل فى الحفاظ على البيئة وتسليمها فى وضع ليس سيئ بكثير عن ما تسلمته من الأجيال الماضية. ولنضع نصب أعيننا أن ما سنصنعه سيتحمله ويجنى ثماره أولادنا وأحفادنا.

REFERENCES

1- Bioinorganic Chemistry, *K. H. Reddy (2007) New Age International Publishers.*

2- Biotechnology and Genomics, *P. K. Gupta (2004) Rastogi Publication*.

3- Environment, *P. H. Raven, L. R. Berg and G. B. Johnson (1998)Saunders College Publishing.*

4- Environmental Chemistry, *S. K. Banerji (2005) Prentica-Hall of India Publishing.*

5- Green Chemistry Journal.

6- Green Chemistry Theory & Practice, *P. T. Anasta and J. C. Warner (1998) Oxford University Press.*

7- Water Pollution and Management, *C. K. Varshney (2002) New Age International (P) Limited, Publishers.*

أتسآل معكم ما هى الكيمياء الخضراء؟!!!

هل هناك خطأ فى العنوان وما هو تصحيحه

هل صحته العتبة الخضراء مثلاً فتصبح عنواناً

لفيلم وليس لكتاب!

وإذا كان العنوان صحيحاً، فماذا يعنى!!

أيعنى كيمياء الألوان،

أم كيمياء النباتات الخضراء نسبة للكلورفيل الأخضر

أم لعلها الموضة تركت عالم الأزياء وصبغت نفسها فى عالم العلوم

أم هى ليست ذلك ولا ذاك

دعنا نكتشف سوياً ونبحر فى صفحات هذا الكتاب

لعلنا نكتشف لماذا وكيف أطلق هذا الأسم

على هذا العلم المولود الحديث!